

प्रकाशकीय

भारत की राजभाषा के रूप में हिन्दी की प्रतिष्ठा के पश्चात् यद्यपि इस देश के प्रत्येक जन पर उसकी समृद्धि का दायित्व है, किन्तु इससे हिन्दी भाषा-भाषी क्षेत्रों के विशेष उत्तरदायित्व में किसी प्रकार की कमी नहीं आती। हमें संविधान में निर्धारित अवधि के भीतर हिन्दी को न केवल सभी राजकार्यों में व्यवहृत करना है, वरन् उसे उच्चतम शिक्षा के माध्यम के लिए भी परिपुष्ट बनाना है। इसके लिए अपेक्षा है कि हिन्दी में वाङ्मय के सभी अवयवों पर प्रामाणिक ग्रन्थ हों और यदि कोई व्यक्ति केवल हिन्दी के माध्यम से ज्ञानार्जन करना चाहे तो उसका मार्ग अवरोध न रह जाय।

इसी भावना से प्रेरित होकर उत्तर प्रदेश शासन ने हिन्दी समिति के तत्त्वावधान में हिन्दी वाङ्मय के सभी अंगों पर ३०० ग्रन्थों के प्रणयन एवं प्रकाशन के लिए पंच-वर्षीय योजना परिचालित की है। यह प्रसन्नता का विषय है कि देश के बहुभुत विद्वानों का सहयोग इस सत्प्रयास में समिति को प्राप्त हुआ है जिसके परिणाम-स्वरूप थोड़े समय में ही विभिन्न विषयों पर सत्रह ग्रन्थ प्रकाशित किये जा चुके हैं। देश की हिन्दीभाषी जनता एवं पत्र-पत्रिकाओं से हमें इस दिशा में पर्याप्त प्रोत्साहन मिला है जिससे हमें अपने इस उपक्रम की सफलता पर विश्वास होने लगा है।

प्रस्तुत ग्रन्थ हिन्दी-समिति-ग्रन्थमाला का १८वां पुष्प है। इसमें कोयले के खनन तथा व्यवसाय आदि से सम्बन्ध रखनेवाली उपयोगी सामग्री दी गयी है। आज के औद्योगिक युग में कोयले का महत्त्व बहुत बढ़ गया है और भारत के उद्योगधन्धों में भी इसे काफी ऊँचा स्थान प्राप्त है। ऐसी स्थिति में हिन्दी में इस विषय की किसी अच्छी पुस्तक का न होना थड़ा खटकता था। इसीसे हिन्दी समिति ने सुविज्ञ लेखक से लिखाकर इसे प्रकाशित करने का निश्चय किया। उन्होंने अंग्रेजी की अनेक पुस्तकों का अध्ययन कर तथा कितनी ही सरकारी रिपोर्टें आदि से आँकड़े एवं अन्य ज्ञातव्य बातें इकट्ठी कर उन्हें परिश्रम से इसकी रचना की है। आशा है, हिन्दी के पाठकों को विषय की सम्यग् जानकारी प्राप्त करने में इससे दृच्छी मद्दायता मिलेगी।

भगवतीशरण सिंह

सचिव, हिन्दी समिति

भूमिका

आधुनिक सभ्यता के विकास में कोयले का बहुत बड़ा हाथ है। आज यदि कोयला न होता तो रेलगाड़ियाँ न चलतीं, समुद्री जहाज न चलते, वाणिज्य-व्यापार इतनी उत्पत्ति न करता, पुतलीघर और चटकलें न चलती, अधिकांश कल-कारखाने न होते और न उद्योग-धन्धे ही इतने पनपते। कोयले के कारण ही आज प्लास्टिकों, अनेक बहुमूल्य औषधियों, प्रायः समस्त कृत्रिम रंगों, अनेक प्रबल विस्फोटकों, अनेक सुगन्धित द्रव्यों और कई उपयोगी धातुओं एवं धातु-मिश्रणों का निर्माण सम्भव हो सका है।

भारत के उद्योग-धन्धों में कोयले के उद्योग का स्थान ऊँचा है। पर्याप्त पूँजी और पर्याप्त व्यक्ति इस उद्योग-धन्धे में लगे हुए हैं और अपनी जीविका उपार्जन करते हैं। दूसरी पंचवर्षीय योजना में कोयले का उत्पादन बढ़ाने की चेष्टाएँ होनेवाली हैं। १९५५ ई० में भारत में ३८० लाख टन कोयले का उत्पादन हुआ था। अगले पाँच वर्षों में उत्पादन ६०० लाख टन तक बढ़ाने की योजना बनी है। इसमें से कुछ उत्पादन की वृद्धि तो सरकारी खानों में होगी और शेष गैर-सरकारी खानों में। गैर-सरकारी खानों के लिए १०० लाख टन वृद्धि की योजना बनी है। इनमें ५७ लाख टन वृद्धि रानीगंज के, ३२.५ लाख टन झरिया के, ५.५ लाख टन करनपुरा के, ५ लाख टन मध्य भारत के कोयला-क्षेत्रों में होगी। कोक बननेवाले कोयले के निकाम में भी २५ लाख टन की वृद्धि होगी। इसके लिए नयी खानें खोदने और कोयले के नये स्तर खोलने का सुझाव है।

निम्न कोटि के कोयले भी भारत में बहुत शाये गये हैं। उनके उपयोग उतने व्यापक नहीं हैं। उनको अधिक उपयोग में लाने का प्रयत्न भी हो रहा है। ऐसे कोयले के उपयोग की एक रीति निम्न ताप पर कार्वनीकरण है। निम्न ताप पर कार्वनीकरण के संयन्त्र अभी भारत में बँठाये नहीं गये हैं। अगले पाँच वर्षों में ऐसे संयन्त्र बँठाने का प्रयत्न होनेवाला है। ऐसा संयन्त्र पहले-पहल हैदराबाद में बँठाया जा रहा है। इस संयन्त्र में प्रति दिन ८० टन कोयले से अर्ध-कोक बनेगा। इससे दो लाभ होंगे।

एक लाभ तो यह होगा कि निकुष्ट कोटि के कोयले का उपयोग हो जायगा। दूसरे इससे ऐसा कोक प्राप्त होगा जिसका उपयोग जलावन के लिए सुविधा से हो सकेगा। इस सम्बन्ध में जो योजनाएँ बनी हैं उनसे कम से कम २० लाख टन अर्ध-कोक प्राप्त होगा।

अनुमान लगाया गया है कि भारत में जलावन के लिए ८ करोड़ टन गोबर या अन्य खेती के सामान प्रति वर्ष उपयोग में आते हैं। यह ४ करोड़ टन कोयले के बराबर है। ३५,०००,००० टन लकड़ी जलावन में प्रति वर्ष प्रयुक्त होती है। यह १९,०००,००० टन कोयले के बराबर है। भारत में निकुष्ट कोटि के कोयले की मात्रा ८ अरब टन कूटी गयी है। चेष्टा यह होनेवाली है कि जलावन के लिए गोबर न प्रयुक्त हो। गोबर केवल खाद बनाने के लिए सुरक्षित रखा जाय।

भारत सरकार ने जो योजना बनायी है उसमें २,०००,००० टन अर्ध-कोक के प्रति वर्ष उत्पादन का प्रयत्न होनेवाला है। धीरे-धीरे इस मात्रा को बढ़ाकर अग्रिम १० से १५ वर्षों में २०,०००,००० टन करने का विचार है।

यदि ऐसा हो जाय तो जलावन की ६० प्रतिशत पूर्ति कोयले से, ३० प्रतिशत लकड़ी और गोबर से और शेष १० प्रतिशत पूर्ति तेल और बिजली से हो जायगी। निम्नताप कार्वनीकरण के लिए जिस कोयले का उपयोग होगा वह कोयला मद्रास के कोयला-क्षेत्रों का, उत्तर प्रदेश के तराई-क्षेत्रों का और कलिम्पोंग तथा दारजिलिंग के पहाड़ी क्षेत्रों का होगा।

एक दूसरी रीति से भी निकुष्ट कोटि के कोयले के उपयोग का प्रयत्न आज ब्रिटेन में हो रहा है। इस सम्बन्ध में बहुत अनुसन्धान वहाँ हुए हैं और अब भी हो रहे हैं। वहाँ भी उत्तम कोटि के कोयले का खर्च बहुत अधिक हो रहा है जिससे ऊँची कोटि के कोयले के जल्दी ही समाप्त हो जाने का भय है। इससे ऐसे कोयले का उपयोग कम करने और निकुष्ट कोटि के कोयले का उपयोग बढ़ाने के सम्बन्ध में अनुसन्धान हुए हैं। उनका परिणाम बहुत सन्तोषप्रद हुआ है।

एक सफल प्रयोग में एक पात्र में निकुष्ट किस्म के कोयले की धूल रखते हैं। उस पर किसी निष्क्रिय गैस को अथवा अति तप्त भाप को प्रवाहित करते हैं। कोयले की धूल का वाष्पशील अंश शीघ्र निकलकर कोयले को ऐसा बना देता है कि यह एक पात्र से दूसरे पात्र में सरलता से स्थानान्तरित किया जा सके। किसी बाँधनेवाले पदार्थ—बंधक—से बाँधकर इष्टका बनाते हैं। अब तो ऐसी विधि निकल आयी है जिससे बिना किसी बंधक के इष्टका बन सकती है। पर यह विधि अभी सबको मालूम नहीं है।

इससे निष्कृष्ट कोटि के कोयले का उपयोग बढ़ ही नहीं जायगा वरन् इससे ईंधन भी बहुत सस्ता प्राप्त होगा। एक ऐसा संयन्त्र बँटाया जा रहा है जिसमें प्रति घंटा २० से ४० टन कोयले का उपयोग इष्टका बनाने में हो सके।

१,००० टन कोयले से ६६० टन इष्टका, १००० गैलन हलका तेल, ४००० गैलन डीजेल तेल और १५००० गैलन पिच त्रियोसोट प्राप्त हुए हैं। यहाँ गैसों भी पर्याप्त मात्रा में बनती हैं जिनका उपयोग गरम करने में हो सकता है।

ऊपर जो कुछ कहा गया है और आगे जो कुछ कहा जायगा उससे स्पष्ट हो जाता है कि राष्ट्र के हित की दृष्टि से कोयला बड़ा उपयोगी पदार्थ है। सौभाग्य से भारत में पर्याप्त कोयला मिला है और कोयले की खानों की संख्या दिन-दिन बढ़ रही है। कोयला वस्तुतः राष्ट्र की बहुत बड़ी निधि है। इस निधि का संरक्षण होना आवश्यक है। कोयले का संरक्षण तब तक नहीं हो सकता जब तक कोयला उद्योग का राष्ट्रीयकरण न हो। जब तक कोयले की खानें उन लोगों के हाथ में रहेंगी जिनका उद्देश्य केवल धन कमाना है, तब तक कोयले का संरक्षण सम्भव नहीं है। राष्ट्रीयकरण से ही कोयले का संरक्षण हो सकता है। यह सम्भव है कि राष्ट्रीयकरण से कुछ लोग बेकार हो जायें। उनके लिए दूसरा व्यवसाय खोजना पड़ेगा। पर राष्ट्रहित की दृष्टि से कोयले का संरक्षण और राष्ट्रीयकरण बड़ा आवश्यक है।

इस्पात, खान और ईंधन के मंत्री ने दिसम्बर १९५७ में लोकसभा में एक प्रश्न के उत्तर में सूचना दी है कि द्वितीय पंचवर्षीय योजना में १२० लाख टन कोयले के उत्पादन में वृद्धि करने की जो योजना बनी है, उसमें २३.७ लाख टन कोयला उन खानों से निकाला जायगा जिनकी मालिक भारत-सरकार है, ११.५ लाख टन कोयला सिंगरेनी खानों से निकाला जायगा जिनकी मालिक आन्ध्र प्रदेश की सरकार है और शेष कोयला निम्नलिखित नयी खानों से निकाला जायगा—

१. कोरवा	२६.० लाख टन
२. कठारा	१०.० " "
३. करनपुरा	
(क) गिडी क्षेत्र	१५.० " "
(ख) बछरा सौडा	६.० " "
४. फोरीया	१०.० " "
५. बिसरामपुर	१०.० " "

इस योजना की पूर्ति के लिए जो कुछ अब तक किया गया या किया जा रहा है वह निम्नलिखित है—

१. छेदाई—कठारा, कोरवा का पूर्वीय भाग, गिडी और सौंडा (करनपुरा) क्षेत्रों की छेदाई और पूर्वक्षेपण (prospecting) प्रायः पूरा हो चुका है। घिसरामपुर, कोरिया और कोरवा के पश्चिमी भाग की छेदाई और पूर्वक्षेपण हो रहा है।

२. संयन्त्र और मशीन—प्रायः डेढ़ करोड़ रुपये के संयन्त्र और मशीनें आ गयी हैं। पाँच करोड़ रुपये की मशीनों और यन्त्रों का आर्डर दे दिया गया है।

३. कोयला-क्षेत्रों को सरकार के अधीन करने का जो कानून मई १९५७ में पारित हुआ था वह कानून जून १९५७ से लागू हो गया है। इस कानून के अनुसार जिन खानों से कोयला निकालने का काम नहीं हो रहा है, उन खानों को भारत-सरकार अपने अधिकार में लेकर उनसे कोयला निकाल सकती है।

इस कानून की दफा ७ के अनुसार कठारा क्षेत्र की कुछ खानों को नोटिस दे दी गयी है और अन्य खानों को नोटिस देने पर विचार हो रहा है।

कोरवा क्षेत्र में एक अग्रिम छेदाई शुरू हो गयी है। इसके कार्य में पर्याप्त प्रगति हुई है। ऐसी आशा की जाती है कि मार्च सन् १९५८ तक खानों से कोयला निकालने का काम शुरू हो जायगा।

खानों में काम करने के लिए निम्न कोटि के टैक्नीशियनों के प्रशिक्षण का काम चार खानों के चार केन्द्रों में शुरू हो गया है और प्रशिक्षण चल रहा है। खानों से निकले कोयले को बाहर भेजने के लिए नयी रेल लाइनें बनाने की योजना प्रायः बन गयी है और प्रारम्भिक कार्य शुरू हो गया है। कोयले को धोकर सफाई करने का संयन्त्र धन रहा है। यह संयन्त्र बोकारो में कागली खान में बैठाया जायगा जहाँ इन सब खानों से निकले कोयले की सफाई होगी। आशा है कि शीघ्र ही यह संयन्त्र काम करने लगेगा।

राष्ट्रीयकरण से ही कोयले का नष्ट होना बच सकता है, यह हम ऊपर कह चुके हैं। कच्चे कोयले का उपयोग भी बन्द होना चाहिए। कच्चे कोयले के उपयोग से कोयले की अनेक बहुमूल्य चीजें नष्ट हो जाती हैं। कोयले के भभके में कार्बनीकरण से ये बहुमूल्य चीजें प्राप्त की जा सकती हैं। अतः कच्चे कोयले के स्थान में कोक और अर्ध-कोक का उपयोग होना चाहिए। जिन कामों में आज कच्चे कोयले का उपयोग होता है उनमें कोक और अर्ध-कोक का उपयोग सरलता से हो सकता है। कुछ कामों के लिए आज कोयले के स्थान में बिजली का उपयोग हो रहा है। कुछ रेलगाड़ियाँ भी अब बिजली से ही चलेंगी। इससे कोयले की बहुत कुछ बचत हो जायगी जो राष्ट्रहित की दृष्टि से अत्यावश्यक है।

हिन्दी की पत्र-पत्रिकाओं में कोयले पर अनेक छोटे-मोटे लेख समय-समय पर प्रका-

श्रित हुए और होते हैं। पर कोयले पर हिन्दी में कोई ग्रन्थ देखने को हमें नहीं मिला है। ऐसा कोई ग्रन्थ हिन्दी में नहीं है जिससे कोयले के सम्बन्ध की आवश्यक बातें मालूम हों। इस कमी की पूर्ति के लिए ही यह पुस्तक लिखी गयी है।

इस पुस्तक के लिखने में लेखक का प्रायः दो वरस का समय लगा है। पुस्तक लिखने की तैयारी में प्रायः इतना ही और समय लगा है, यद्यपि कोयले से लेखक का सम्बन्ध बहुत पुराना, छायावस्था से ही है। पुस्तक में आवश्यक बातों का संग्रह कर उसे उपयोगी और शिक्षाप्रद बनाने में लेखक ने भरपूर प्रयत्न किया है। पुस्तक कंसी हुई है और कहाँ तक इसके लिखने में लेखक को सफलता मिली है, यह तो पाठक और कोयले के विशेषज्ञ ही बता सकते हैं।

लेखक को पूरा विदवास है कि इस पुस्तक से कोयले के सम्बन्ध की बहुत सी बातों की जानकारी हो जायगी और जो लोग कोयले के खनन और व्यवसाय से सम्बन्ध रखते हैं उनके लिए यह पुस्तक उपयोगी सिद्ध होगी। रसायनज्ञों के लिए भी कोयले के विश्लेषण के सम्बन्ध में पर्याप्त सूचना इस पुस्तक में दी हुई है।

इसके लिखने में अंग्रेजी की अनेक पुस्तकों से सहायता ली गयी है। भारत के भूगर्भ सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित अंग्रेजी की पंचदर्पीय रिपोर्ट से अनेक आंकड़े, जिनका समावेदन इस पुस्तक में हुआ है, लिये गये हैं। भारतीय कोयले के इतिहास के सम्बन्ध में वाट के कामर्शल प्रोडक्ट्स ऑफ इण्डिया से और कोयले के क्षेत्रों के सम्बन्ध में मिनरल वेल्थ ऑफ इण्डिया से सहायता ली गयी है। इन सबों का लेखक आभारी है।

भारतीय लकड़ी और भारतीय लकड़ी के कोयले के सम्बन्ध में बहुत जानकारी देहरादून के फॉरेस्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट द्वारा प्रकाशित अनेक पुस्तिकाओं से प्राप्त हुई है। पुस्तिकाओं के प्राप्त करने में इंस्टिट्यूट के डाइरेक्टर महोदय से सहायता मिली है। लेखक की प्रार्थना पर उन्होंने पुस्तिकाएँ प्रदान करने की कृपा की। अनेक पेशों के भारतीय नाम भी उन्हीं की कृपा से प्राप्त हुए हैं। अतः उनके प्रति भी लेखक अपनी कृतज्ञता प्रकट करता है।

शक्ति निवाम,
बोरिंग रोड, पटना—१

फूलदेव सहाय वर्मा

विषय-सूची

भूमिका	...	७
अध्याय १—कोयला और कोयले की उपयोगिता	१
अध्याय २—लकड़ी का कोयला	...	६
अध्याय ३—लकड़ी	...	१३
अध्याय ४—कोयलेवाली लकड़ी	...	२४
अध्याय ५—काष्ठ का भंजक आसवन	...	३२
अध्याय ६—कोयला बनाने के उपकरण	...	४६
अध्याय ७—काष्ठ-आसवन के वाष्पशील अंग	...	६१
अध्याय ८—काष्ठासुत अम्ल	...	६८
अध्याय ९—भारतीय काष्ठ-कोयला और पोटेश लवण	...	७९
अध्याय १०—हड्डी का कोयला	...	९५
अध्याय ११—अस्थि-काल का पुनर्जीवितकरण	...	१०५
अध्याय १२—दहन	...	१०८
अध्याय १३—इंधन और दहन	...	१२५
अध्याय १४—पत्थर कोयले की उत्पत्ति	...	१३७
अध्याय १५—कोयले का वर्गीकरण	...	१४२
अध्याय १६—कोयले के विशिष्ट लक्षण	...	१५४
अध्याय १७—भारत के कोयला-क्षेत्र	...	१६७
अध्याय १८—भारत में कोयले का व्यवसाय	...	१९८
अध्याय १९—कोयले का खनन	...	२२९
अध्याय २०—कोयले की चलाई और सफाई	...	२३७
अध्याय २१—कोयले का संचयन	...	२५५
अध्याय २२—कोक कोयला	...	२५८
अध्याय २३—कोयले का कार्बनीकरण	...	२६७
अध्याय २४—कोयला-गैस	...	२७८

अध्याय २५—उत्पादक गैस और जल-गैस	...	३०३
अध्याय २६—हलका तैल	..	३११
अध्याय २७—अमोनियम लवण		३२६
अध्याय २८—अलकतरा		३३८
अध्याय २९—कोयले से पेट्रोलियम		३५८
अध्याय ३०—कोयले से प्राप्त कार्बनिक यौगिक और अन्य पदार्थ		३९६
अध्याय ३१—कोयले का विश्लेषण	. .	४०४

कोयला

पहला अध्याय

कोयला और कोयले की उपयोगिता

कोयला और कोयल दोनों संस्कृत के 'कोकिल' शब्द से निकले हैं। कोकिल का एक अर्थ होता है 'अंगारा'। अंगारा का अर्थ है 'दहकता हुआ कोयला'। हिन्दी शब्द सागर में कोयले का अर्थ इस प्रकार दिया है—

१. वह जला हुआ अंश वा पदार्थ जो जली हुई लकड़ी के अंगारों को बुझाने से बच रहता है।

२. एक प्रकार का खनिज पदार्थ जो कोयले के रूप का होता और जलाने के काम में आता है।

कोयला इतना सामान्य शब्द है कि छोटे-बड़े, पड़े-अनपड़े, सब इस शब्द से परिचित हैं। कोयले के लिए डा० रघुवीर ने 'अंगार' शब्द का प्रयोग किया है। साधारणतया दहकते कोयले के लिए 'अंगार' शब्द का प्रयोग होता है। वैज्ञानिकों ने कोयले की परिभाषा भिन्न-भिन्न प्रकार से की है। कोयले की एक अधिक समुचित परिभाषा इस प्रकार की है—

"कोयला पौधों का एक सघन स्तरित पुंज है जिसके अपक्षय (टिके) का समय-समय पर प्रग्रहण (ऐरेस्ट) हुआ है और जिसके भौतिक और रासायनिक गुणों में भौमिकीय क्रियाओं के कारण परिवर्तन हुए हैं। पौधों के पेचीले रासायनिक परिवर्तनों के पश्चात्, जिनमें जल, कार्बन-डाइऑक्साइड और मिथेन निकलते हैं, कोयला बनता है। भौतिक परिवर्तनों में रंग के परिवर्तन, कठोरता में वृद्धि, सघनता और भंगुरता में परिवर्तन प्रमुख हैं जिनसे कोयला खनिज-सा देख पड़ता है और इस कारण चट्टानों में इसकी गिनती होती है।"

कोयले को मोटे तौर से वैज्ञानिकों ने तीन वर्गों में विभक्त किया है। जो कोयला लकड़ी अथवा अन्य जड़िद्रव एवं कार्बनिक पदार्थों के जलाने से प्राप्त होता है उसे लकड़ी का कोयला या काष्ठ या काठ का कोयला कहते हैं। कोई-कोई इसे काष्ठान्गार (चारकोल) या कार्बनिक काल (कार्बन या चारकोल ब्रैंक) भी कहते हैं।

जो कोयला हड्डियों या अन्य जान्तव पदार्थों के जलाने से प्राप्त होता है उसे 'हड्डी का कोयला', अस्थि-कोयला, जान्तव कोयला, अस्थिगार (बोन चारकोल) या अस्थि-काल (बोनब्लैक) कहते हैं।

जो कोयला धरती के अन्दर खानों से निकलता है उसे 'खनिज कोयला', प्रस्तर-कोयला, पत्थर का कोयला अथवा केवल 'कोयला' कहते हैं।

तीनों प्रकार का कोयला—लकड़ी का कोयला, हड्डी का कोयला और पत्थर का कोयला—बड़े महत्त्व का है और अनेक घरेलू कामों, रासायनिक प्रक्रियाओं तथा उद्योगधन्धों में प्रत्येक का प्रयोग होता है।

लकड़ी के कोयले का उपयोग विशेषतः ईंधन के लिए होता है। बहुत प्राचीन काल में घरेलू जलावन के लिए इसका प्रयोग होता आ रहा है। लोहसाई में भी लकड़ी के कोयले का प्रयोग बहुत प्राचीन है। सुनार भी अपने व्यवसाय में इसका प्रयोग करते आ रहे हैं।

लकड़ी के स्थान में कोयले के प्रयोग में निम्नलिखित लाभ हैं—

१. कोयले के जलने में धुआं नहीं होता जबकि लकड़ी के जलने में बहुत धुआं बनता है।

२. कोयले की आंच लकड़ी की आंच से तेज होती है।

३. कोयले की लौ साफ होती है और उससे कजली नहीं बनती जबकि लकड़ी की लौ उतनी साफ नहीं होती और उसमें पर्याप्त कजली बनती है।

४. कोयले में गन्धक बड़ी अल्पमात्रा में रहता है। लकड़ी में अपेक्षा अधिक गन्धक रहता है। गन्धक के कम रहने से ही कोयले का उपयोग धातु निर्माण में, विशेषतः इस्पात के निर्माण में, अच्छा समझा जाता है।

५. कोयला आसानी से मुल्य जाता है। एक बार मुल्य जाने पर बिना बुझाये नहीं बुझता।

६. कोयले के जलने में राख बहुत अल्प बनती है।

७. कोयले के ले जाने से आने में सुविधा होती है। यात्रा में सरलता से यह माप ले जाया जा सकता है।

८. कोयला अधिक सान्द्र जलावन है। अल्प कोयले से अधिक चोख गरम की जा सकती है।

ईंधन के सिवाय काष्ठ-कोयले के अन्य अनेक उपयोग हैं। इसकी उपयोगिता दिन-दिन बढ़ रही है। आज धार्वनिक कोयला खर के सामानों, विशेषतः टायर और टपुवों, जूतों आदि के निर्माण में, पेण्ट और इनेमल, पालिश, ग्रामोफोन और

फोनोग्राफ के रेकार्डों, कार्बन-कागज, टाइपराइटर के रिबन, चमड़े, जिल्द बांधने की दफती और पेंसिल (शलाका) के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

कुछ विशेष प्रकार के इस्पात के निर्माण में कार्बन का योग बढ़ा उपयोगी सिद्ध हुआ है।

अनेक पदार्थों के शोधन में, रंगों के दूर करने और गन्ध के हटाने में सक्रियित कोयले का उपयोग दिन-दिन बढ़ रहा है। एक ऐसा ही कोयला 'नौरिट' के नाम से विज्ञात है। मदिरा और तेलों के परिष्कार में नौरिट का उपयोग अधिकता से होता है।

बुरी अवांछित गैसों के अवशोषण के लिए लकड़ी का कोयला बहुत कारगर सिद्ध हुआ है। अस्पतालों और अन्य ऐसे स्थलों में वाल्टियों या टोकरियों में यह कोयला बुरी गैसों के अवशोषण के लिए स्थान-स्थान पर रखा रहता है। युद्धगैसों और अधुर्गैसों का अवशोषण भी नारियल के छिलके के कोयले से बहुत अधिक होता हुआ पाया गया है। मास्को में नारियल के छिलके का ही कोयला इस्तेमाल होता है। ऐसा कोयला छिलके को एक विशिष्ट ताप पर एक विशिष्ट परिस्थिति में जलाकर तैयार किया जाता है।

लकड़ी का कोयला बारूद का एक आवश्यक अंग है। बारूद में ऐसा कोयला १३.६ से २२.३ प्रतिशत तक रहता है।

कोयला ऊष्मा का अचालक होता है। अतः रिफ्रिजरेटर या प्रशीतक में दो तलों के बीच के स्थान में लकड़ी का कोयला भरा जाता है। विद्युत् यंत्रों के ग्रहा भी ऐसे कोयले के ही बनते हैं।

लकड़ी के कोयले के कार्बन से कार्बन डाइ सल्फाइड और कार्बन टेट्राक्लोराइड नामक विलायक और सोडियम सायनाइड और पोटैशियम सायनाइड नामक बड़े उपयोगी रासायनिक द्रव्य बनते हैं। ये सायनाइड प्रयोगशालाओं में प्रतिकारक के रूप में और विजली द्वारा मूलम्मा करने में प्रयुक्त होते हैं।

काले वर्णक के लिए कोयला उत्तम होता है। यह वर्णक वायु और प्रकाश से प्रभावित नहीं होता। इस कारण इसका रंग स्थायी होता है।

कोयला छापे की स्याही (मुद्रण स्याही) का एक प्रमुख अंग है। इसके लिए पहले कजली प्रयुक्त होती थी पर अब प्राकृतिक गैस से बना कोयला सर्वोत्कृष्ट समझा जाता है। छापे की स्याही की उत्कृष्टता कजली की उत्कृष्टता पर, विशेषतः उसकी सूक्ष्मता पर, निर्भर करती है।

हड्डी के कोयले का सबसे अधिक उपयोग रंगों और गन्धों के दूर करने में होता

है। एक समय ईख के रसों या सीरे की सफाई कर बिलकुल सफेद चीनी की प्राप्ति के लिए केवल जान्तव कोयला काम में लाया जाता था। भारत से बाहर के देशों में आज भी चीनी की सफाई इसी से होती है पर भारत में चीनी की सफाई के लिए हड्डी का कोयला नहीं प्रयुक्त होता। इसके स्थान में अन्य पदार्थ प्रयुक्त होते हैं। अन्य कई कार्वनिक पदार्थों की सफाई भी हड्डी के कोयले से होती है।

काले वर्णक के लिए हड्डी का कोयला अब भी इस्तेमाल होता है। व्यापार के अनेक काले वर्णक इससे बनते हैं। खाद के लिए भी चूर्ण के रूप में यह कोयला प्रयोग में आता है। इस कोयले में कैल्सियम फास्फेट पर्याप्त मात्रा में रहता है। फास्फरस के कारण ही खाद में इसका महत्त्व है।

खनिज कोयले का सबसे अधिक उपयोग ईंधन में होता है। बायलर में इसे जलाकर भाप बनाते हैं। घरेलू जलावन में कोयले अथवा इसके परिष्कृत रूप 'कोमल कोक' का उपयोग बहुत अधिकता में होता है और इसके उपयोग का क्षेत्र दिन-दिन बढ़ रहा है। 'कठोर कोक' का उपयोग धातु-निर्माण में होता है। कोयले के चूर्ण का उपयोग बिजली उत्पन्न करने में होता है। ऐसे चूर्ण से ही आज इंटें पकायी जाती है। रेलगाड़ियों और जहाजों के इंजन में यही कोयला जलता है। बोकारो (हजारीबाग जिले में) के थर्मल पावर स्टेशन में पचास-पचास किलोवाट की मशीनें लगी हैं जिनमें निकृष्ट कोटि के कोयले के चूर्ण से बिजली उत्पन्न होती है।

कोयले से आज पेट्रोलियम बनता है। ऐसे पेट्रोलियम से पेट्रोल ईंधन, पेट्रोल, डीजेल तेल, किरासन, स्नेहक तेल और मोम प्राप्त हो सकते हैं।

कोयले के भंजक आसवन से अनेक बड़े उपयोगी पदार्थ, कोक, अलकतरा, अमोनिया और जलनेवाली कोल-गैस प्राप्त होती है। कोक धातु-निर्माण और घरेलू जलावन में प्रयुक्त होता है। कोक के सहयोग से हाइड्रोजन प्राप्त होता है जिससे अमोनिया बनकर रासायनिक खाद अमोनियम सल्फेट बनता है। सिन्दरी कारखाने में इसी रीति से अमोनियम सल्फेट नामक उर्वरक बनता है। कोक से ग्रेफाइट भी बनता है। जलनेवाली गैस से ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न किया जाता है। एक समय बड़े-बड़े नगर इसी गैस से प्रकाशित होते थे यद्यपि आज ऐसी गैस द्वारा प्रकाश का स्थान बिजली-प्रकाश ले रहा है। घरेलू जलावन के लिए भी कोयला गैस का उपयोग होता है। गैस के चूल्हे से आज भोजन तैयार होता है।

कोयले के भंजक आसवन का अलकतरा एक आवश्यक अंग है। अलकतरा बड़ा उपयोगी पदार्थ सिद्ध हुआ है। इससे अनेक बहुमूल्य पदार्थ पृथक् किये गये हैं। ऐसे पदार्थों में बेंजीना टोल्वीन, जाइलीन, नैफ्यलीन, अंथ्रेसीन, फीनोल, क्रियोसोल

एनिलीन, पिरिडीन आदि हैं। इन पदार्थों से फिर हजारों अन्य पदार्थ बनाये गये हैं। इन पदार्थों में अनेक औषधियाँ, कई विस्फोटक, सैकड़ों कृत्रिम रंग, अनेक सुगन्धित द्रव्य और कई कृमिनाशक और जीवाणुनाशक पदार्थ हैं। नील सा सस्ता रंग, ऐस्पिरिन-सी औषध, सैकेरिन-सी मीठी वस्तु, भंजीठ-सा सुन्दर रंग, सब इन्हीं पदार्थों से बनते हैं।

दूसरा अध्याय

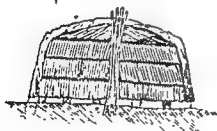
लकड़ी का कोयला

ऐतिहासिक विवेचन

लकड़ी के कोयले का ज्ञान बहुत प्राचीन है। कब से इसका ज्ञान हुआ, ठीक-ठीक पता नहीं लगता। यह निश्चित है कि प्रागैतिहासिक काल से मनुष्यों को इसकी जानकारी रही है। प्रत्येक देश के प्राचीन ग्रन्थों में लकड़ी के कोयले का उल्लेख मिलता है।

कोयले के बनाने का ज्ञान भी प्राचीन है। कोयले के आसवन से प्राप्त पदार्थों का ज्ञान भी आधुनिक नहीं है। कोयले के निर्माण से प्राप्त अलकतरे और काष्ठासुत अम्ल (pyroligneous acid) का वर्णन कुछ प्राचीन ग्रन्थों में मिलता है। मिस्र देश में शव के सुरक्षित रखने में अलकतरे और काष्ठासुत अम्ल का उपयोग होता था।

ढेर में लकड़ी को जलाकर कोयला बनाने की रीति बहुत दिनों से प्रचलित रही है। कोयला बनाने की सबसे प्राचीन रीति यही है। आज भी कुछ देशों में इस रीति का उपयोग होता है। धातुओं के आविष्कार के बाद तो कोयला तैयार करने का



चित्र १—लकड़ी जलाकर कोयला
बनाने की प्राचीन रीति

प्रवीणता प्राप्त कर ली थी। ढेर में लकड़ी कैसे जलायी जाती है, उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है। पीछे ढेर के नीचे गड्ढा बनाकर अलग-अलग भी प्राप्त किया जाने लगा था।

महत्त्व बहुत अधिक बढ़ गया क्योंकि धातु के निर्माण में कोयले का उपयोग होता है। पहले-पहल खुली वायु में ढेर में लकड़ी जलायी जाती थी। पीछे अधिक दक्ष रीति, गड्ढे में जलाने की रीति, निकली। उस समय लकड़ी जलाने का उद्देश्य केवल कोयला प्राप्त करना था। अतः इस प्रकार कोयला बनाने की कला में लोगो ने पर्याप्त

लकड़ी जलाकर कोयला बनाने का उल्लेख १८ वीं सदी के अनेक ग्रन्थों और लेखों में मिलता है। इन सबों का संग्रह बर्ग (Berg) के ग्रन्थ में मिलता है। बर्ग १८२८ से १८६० ई० तक जीवित थे। इसी बीच इन्होंने पुस्तक लिखी थी। बर्ग ने अलकतरे और काष्ठासुत अम्ल का भी वर्णन किया है।



चित्र २—गड्ढे में लकड़ी जलाकर कोयला बनाना और अलकतरे का संग्रह

जब शंकुल (कोनिफेरस) काष्ठ का आसवन शुरू हुआ तब कोयले के सिवाय अलकतरे और तारपीन भी प्राप्त होने लगे। अब केवल तारपीन के तेल के लिए भी लकड़ी का आसवन होता है। अलकतरे का उपयोग बहुत पुराना है। आसवन से प्राप्त अधिक वाष्पशील, संघनीय और अतंसनीय गैसों का उपयोग अपेक्षया आधुनिक है। उस समय इन उत्पादों पर बहुत कम ध्यान दिया जाता था। उस समय उनके वस्तुतः कोई उपयोग नहीं था।

१९ वीं सदी में इन उत्पादों के उपयोग पहले-पहल शुरू हुए। धातु-निर्माण के लिए कोयले की मांग इतनी अधिक थी और उनका मूल्य इतना अधिक था कि उस समय लकड़ी के आसवन के उपजातों की उपयोगिता की ओर विशेष ध्यान देने की कोई आवश्यकता नहीं थी। पर जैसे-जैसे रसायन के अध्ययन का विकास होने लगा, वैसे-वैसे उपजातों का अनुसन्धान अधिकाधिक होने लगा और लोगों को यह जानने की उत्सुकता बढ़ने लगी कि आखिर कोयले के निर्माण के इन उपजातों में क्या चीजें हैं।

ग्लौबर (Glauber) ने पहले-पहल (१६५८ ई० में) बताया कि काष्ठासुत अम्ल में वही अम्ल रहता है जो मिरक में रहता है। फोरक्रायी और वॉक्वेलिन (Fourcroy and Vanquelin) ने १८०० में बताया कि काष्ठासुत अम्ल में वही अम्ल रहता है जो चीनी और गोंद के आसवन से प्राप्त होता है। इस अम्ल को उस समय पाइरोम्युसिक अम्ल (pyromucic acid) कहते थे। यह एक भिन्न प्रकार का अम्ल समझा जाता था। १६६१ ई० में वायल ने लकड़ी के आसवन से प्राप्त वाष्पशील उत्पादों में सुरु सद्दृश एक द्रव का उल्लेख किया है। १८१२ ई० में टेनर (Taylor) ने देखा कि यह सुरु सद्दृश द्रव सामान्य अलकोहल-सा कोई पदार्थ

है। १८१९ ई० में कोलिन ने इसे ऐसिटोन बताया। डोबेराइनर (Doebereiner) ने इसे सामान्य अलकोहल बताया और राइचेन वाक् (Reichenbach) का मत था कि यह ऐसिटोन और सामान्य अलकोहल का मिश्रण है। डूमा और पेलिगो (Dumas and Peligot) ने १८३५ ई० में काष्ठ-स्फिरिट से एक अलकोहल पृथक् किया और उसका नाम मेथिल अलकोहल दिया।

राइचेनवाक् ने लकड़ी से प्राप्त अलवतरे का संघटन मालूम किया और फिलिप-लेबोन (Philip Lebon) तथा पेटेनकोफर (Pettenkofer) ने काष्ठ से प्राप्त गैसों का संघटन निकालकर इन उत्पादों का महत्व बढ़ाया।

लकड़ी से प्राप्त गैसों—काष्ठ-गैसों—का उपयोग प्रकाश उत्पन्न करने में हो सकता है। इसके पता लगाने का थोड़ा इंग्लैंड के रसायनज्ञों को है। पर उन्हें व्यवहार में लाने का श्रेय फ्रांसीसियों को है। पर जब काष्ठ-गैसों के उपयोग का पता लगा तब तक कोयला-गैस का आविष्कार हो चुका था और उसका उपयोग अधिक सुविधाजनक सिद्ध हुआ था। कोयला-गैस के समक्ष काष्ठ-गैस टिक नहीं सकती, क्योंकि काष्ठ-गैस का प्रदीपक गुण कोयला-गैस से न्यून था।

१८०० ई० तक लकड़ी का आसवन केवल कोयले की प्राप्ति के लिए होता था। यह कोयला उत्पन्न करने के लिए प्रयुक्त होता था। उस समय तक आसवन से प्राप्त अन्य उपजातों का कोई महत्व नहीं था। अब उपजातों के उपयोग की चेष्टाएँ होने लगी।

काष्ठासुत अम्ल में किसने पहले-पहल शुद्ध ऐसिटिक अम्ल प्राप्त किया, इसका ठीक-ठीक पता नहीं लगता। लोवित्ज (Lowitz), जसमेयर (Jasmeyer), स्टोल्त्ज (Stoltze), अथवा मेथोराट (Methorat) इन चारों ने इस दिशा में कार्य किया पर इनमें किसको इसका श्रेय दिया जाय, यह स्पष्ट नहीं है।

कार्बनिक रसायन के अध्ययन से पता लगा कि घातुओं के निर्माण में, विशेषतः लोहे के निर्माण में, वात-भट्ठी में लकड़ी के कोयले का उपयोग श्रेष्ठतर है। लकड़ी का कोयला ही बारूद बनाने में लगता है। अनेक कृत्रिम पदार्थों के निर्माण में जैसे दवाइयों, रंगों, सेल्युलायड, धूमरहित बारूदों, छोट की छपाई, कपड़े की रंगाई आदि में ऐसिटिक अम्ल इस्तेमाल होता है। शुद्ध ऐसिटिक अम्ल की प्राप्ति काष्ठासुत अम्ल से हो सकती है। पर काष्ठ-स्फिरिट का कोई उपयोग अब तक पाया नहीं गया था।

यह सुझाव रखा गया कि सामान्य अलकोहल के स्थान में इसका उपयोग हो पर काष्ठ-स्फिरिट के अशुद्ध होने के कारण ऐसा न हो सका। पर देखा गया कि सुरा

को अपेय बनाने में मेथिल अलकोहल का जो काष्ठ-स्परिट में रहता है, उपयोग हो सकता है। इस काम के लिए अनेक देशों में काष्ठ-स्परिट का उपयोग होने लगा।

इसी समय १८५० से १८६० के बीच कृत्रिम रंगों के निर्माण का आविष्कार हुआ। मौवे (Mauve) और फुसिन (Fuchsine) नाम के कृत्रिम रंग पहले-पहल इसी समय बने। इन रंगों से लोग सन्तुष्ट नहीं थे। इन रंगों से अधिक सुन्दर रंगों की मांग हुई। देखा गया कि इन रंगों को काष्ठ-स्परिट में घुलाकर आक्सीकरण से रंग बहुत सुन्दर हो जाता है।

अब काष्ठ-स्परिट की मांग बहुत बढ़ गयी। उसका मूल्य भी बढ़ गया। कुछ देशों में केवल काष्ठ-स्परिट की प्राप्ति के लिए ही काष्ठ का आसवन शुरू हुआ। ऐसे काष्ठ-स्परिट में केवल मेथिल अलकोहल ही नहीं था बल्कि कुछ ऐसिटोन और कुछ अलकतारे के तेल भी रहते थे।

पीछे अन्य रंग भी बने जो देखने में अधिक सुन्दर थे पर जिनमें काष्ठ-स्परिट का उपयोग नहीं होता था। इससे कुछ समय के बाद काष्ठ-स्परिट की मांग और महत्व फिर कम हो गया और दाम बहुत गिर गया।

१८६४ ई० के लगभग एक दूसरे रंग, 'आयोडीन ग्रीन' (Iodine green) का आविष्कार हुआ। इसके तैयार करने में काष्ठ-स्परिट का उपयोग होता है। अब काष्ठ-स्परिट की मांग फिर बढ़ गयी और दाम चढ़ गया। पर यह नया रंग बहुत दिनों तक चला नहीं क्योंकि यह रंग देखने में यद्यपि अधिक सुन्दर था पर पक्का नहीं था। इसके स्थान में अन्य रंग 'मेथिल ग्रीन' (methyl green) और 'मेथिल वायॉलेट' (methyl violet) बने जिनके निर्माण में काष्ठ-स्परिट का उपयोग होता था। आज तक ये रंग काष्ठ-स्परिट के योग से बनते आ रहे हैं।

१८८८ ई० में जर्मनी में एक कानून बना कि सुरा के अपेय बनाने में केवल मेथिल अलकोहल अथवा मेथिल अलकोहल और पिरिडीन का मिश्रण इस्तेमाल होना चाहिये। इससे काष्ठ-स्परिट की मांग बहुत बढ़ गयी और आज तक इस काम के लिए काष्ठ-स्परिट का उपयोग अनेक देशों में होता आ रहा है।

मेथिल अलकोहल की मांग और बढ़ गयी जब मेथिल अलकोहल से फार्मेलीन के तैयार करने की विधि निकली। फार्मेलीन आज प्रचुरता से औषधियों, कृमिनाशकों, जीवाणुओं और प्लास्टिकों के निर्माण में प्रयुक्त होता है। फार्मेलीन के योग से आज अनेक अच्छे किस्म के प्लास्टिक बनते हैं।

काष्ठासुत जमल में मेथिल अलकोहल के साथ-साथ ऐसिटोन भी रहता है। ऐसिटोन का उपयोग पहले बहुत सीमित था। पर अब देखा गया कि सेट्युल्यर उद्योग और

घूमरहित बाह्य के निर्माण में इसका उपयोग आवश्यक है, तब इसकी मांग बढ़ गयी और दाम बहुत बढ़ गया। आज एक अन्य रीति, कैल्सियम ऐसिटेट अथवा विण्डन रीति से भी ऐसिटोन का निर्माण होता है।

इस प्रकार काष्ठासुत अम्ल में विद्यमान ऐसिटिक अम्ल, मेथिल अलकोहल और ऐमिटोन तीनों अवयवों की मांग बढ़ जाने और दाम बढ़ जाने से काष्ठ के आसवन को बड़ा प्रोत्साहन मिला और आसवन के उपजातों की प्राप्ति का विशेष प्रयत्न होने लगा।

पहले लकड़ी का कोयला लकड़ी को गड्ढे में जलाकर बनाया जाता था। यहाँ आसवन के उपजातों का सग्रह सम्भव नहीं था। पीछे वह ढेर में जलाया जाने लगा। इसमें वाष्पशील अंश का कुछ भाग इकट्ठा हो सकता था। वाष्पशील अंश के अधिक भाग के प्राप्त करने के लिए लकड़ी को अब भट्टियों में जलाने की रीति निवली। कुछ भट्टियाँ ऐसी बनीं जिनमें लकड़ी के जलाने के लिए अलग चूल्हे थे। यही लकड़ी को जलाकर उसकी गर्मी से कोयला वाली लकड़ी गरम की जाती थी। इसमें ईंधन के दहन-उत्पाद भट्ठी की लकड़ी के संसर्ग में नहीं आते थे।

राइचेनबाक पहले व्यक्ति थे जिन्होंने धातु के बने पात्रों में लकड़ी को गरम कर कोयले बनाने की विधि की नींव डाली। यह पहली विधि थी जहाँ वायु के अभाव में लकड़ी को गरम कर कोयला बनाया गया था। दूसरे शब्दों में भभके में कोयला बनाने का यह सबसे पहला अवसर था। पीछे इस विधि का उपयोग, जर्मनी, फ्रांस, इंग्लैंड, स्वीडन, हंगरी आदि अनेक देशों में होने लगा।

ईट की बनी भट्टियों के स्थान में पीछे धातुओं की बनी भट्टियों, लोहे के बक्सों, ऊर्ध्वाधार बक्सों, क्षैतिज बक्सों, का उपयोग होने लगा। फिर सिलिंडरों का उपयोग शुरू हुआ। भभकों की बनावट में उत्तरोत्तर वृद्धि होती गयी। भभके को धारिता धीरे-धीरे बढ़ने लगी। १८५१ ई० में जर्मनी में और १८५३ ई० में रूस में २० घन मीटर के भभके बने। इन्हें हेसेल रिटार्ट (Hessel retort) कहते थे। इससे पहले केस्टनर रिटार्ट (Kestner retort) की धारिता केवल ३ घन मीटर की थी। इंग्लैंड और ऑस्ट्रिया में प्रधानतया क्षैतिज भभके काम में लाये जाते थे जो एक मीटर व्यास के और ३ मीटर लम्बाई के होते थे। फ्रांस के भभके ऊर्ध्वाधार होते थे।

१८५० ई० तक काष्ठासुत अम्ल को केवल चूने के घूसर ऐसिटेट में जिसमें लगभग ६७ प्रतिशत कैल्सियम ऐसिटेट रहता था, परिणत करते थे। उस समय काष्ठ-स्फिरिट को नहीं निकालते थे। कुछ काष्ठासुत अम्ल का आसवन कर सीस के आक्साइड से उदासीन बनाकर लेड ऐसिटेट बनाते थे। उसके बाद २० वर्षों तक, १८५० से १८७०

तक, आसवन से काष्ठासुत अम्ल से अपरिष्कृत ऐसिटिक अम्ल को अलकतरे, कैल्-सियम ऐसिटेट-द्राव और जलीय काष्ठ-स्फिरिट से एक ही प्रक्रम में अलग-अलग करते थे।

यहाँ चूने से अम्ल के निराकरण के पूर्व अलकतरे को बलम कर लेते थे। इससे जो ऐसिटेट प्राप्त होता था, उसे चूने के धूसर (grey) 'ऐसिटेट' कहते थे। इसमें कैल्-सियम ऐसिटेट की मात्रा ८०-८३ प्रतिशत रहती थी। जब काष्ठ-स्फिरिट की मांग बढ़ गयी तब काष्ठ-स्फिरिट की प्राप्ति के लिए 'स्तम्भ भभके' (Column still) का आविष्कार हुआ। इस भभके के उपयोग से जहाँ पहले केवल ५ से १० प्रतिशत विलयन ही प्राप्त होता था, वहाँ केवल एक या दो क्रमों से पर्याप्त शुद्ध-मेथिल अलकोहल प्राप्त होने लगा।

१८७० से १९०० के बीच काष्ठ-स्फिरिट के आसवन में विशेषतया अमेरिका और हंगरी में विशेष उन्नति हुई। इस समय जर्मनी में रंगों के निर्माण में काष्ठ-स्फिरिट की मांग बढ़ गयी। अब काष्ठासुत अम्ल की प्राप्ति के लिए सस्ती लकड़ी की खोज होने लगी क्योंकि सामान्य लकड़ी इसके लिए बड़ी महंगी पड़ती थी। लकड़ी के कारखानों में कुछ लकड़ी निकम्मी बच जाती है। काट-छाँट कर उपयोगी लकड़ी निकाल लेने पर कुछ निरर्थक अंश बच जाता है। ऐसे अंश में लकड़ी का बुरादा भी है। इन उच्छिष्ट अंशों के उपयोग की चेष्टाएं होने लगी। पर इनमें पूरी सफलता नहीं मिली। आज भी लकड़ी का आसवन उन्हीं देशों में होता है जहाँ लकड़ी सस्ती मिलती है अथवा धातुओं के निर्माण में कोयले की मांग रहती है।

हंगरी में क्षैतिज भभके १ मीटर व्यास के और ३ मीटर लम्बे होते हैं। भट्ठियाँ ५० घन मीटर धारिता की ऊर्ध्वाकार तापन नल वाली होती हैं। अमेरिका में इससे बहुत बड़ी-बड़ी भट्ठियाँ ४०० घनमीटर धारिता की, जिनके क्षैतिज भभके २५ से ३० घनमीटर की धारिता के होते हैं, प्रयुक्त होती हैं। लकड़ियाँ रेलों द्वारा डब्बों में लायी जा कर भट्ठियों में डाली जाती हैं। काष्ठासुत अम्ल के अवयवों के पृथक्करण में भी इधर पर्याप्त सुधार हुआ है।

बड़े-बड़े भभकों में बड़ी मात्रा में लकड़ी के कोयलाकरण से प्रारम्भिक खर्च कम पड़ता है, ईंधन कम लगता है, भजदूरी कम लगती है। आज वाष्पशील अंशों के संघनन और कोयले के शीतीकरण में पर्याप्त सुधार हुए हैं। इससे कम खर्च में अधिक कोयला प्राप्त हो सनता है। बड़े-बड़े भभकों, भट्ठियों और ऊष्मा की उपयोगिता के कारण कोयले का मूल्य बहुत कुछ कम हो गया है। आसवन से जो अर्थाव-नीय गैसें बाहर निकलती हैं, उनसे लकड़ी को पहले सुखा लिया जाता है, भभके की

प्ररचना (डिज़ाइन) में भी पर्याप्त सुधार हुए हैं। आज इसमें गैस-उत्पादक (gas producer) नामक उपकरण का उपयोग होता है। इसमें मस्ती लकड़ी गैसीय ईंधन में परिणत हो जाती है। इस गैसीय ईंधन से भी ऐमिटिक अम्ल और काष्ठस्फिरिट प्राप्त किये जा सकते हैं।

असंघनीय गैसों केवल ऊष्मा उत्पन्न करने में ही प्रयुक्त नहीं हो सकती वरन् शक्ति-उत्पादन के लिए भी उनका उपयोग हो सकता है। इसके लिए आज अनेक गैस-इंजन बने हैं। असंघनीय गैसों में अलकतरे के पृथक्करण के भी अनेक प्रयत्न हुए हैं। इसके फलस्वरूप 'अलकतरा पृथक्कारक' (tar separator) का उपयोग हुआ है। ये अलकतरा पृथक्कारक भमके और सघनकों के बीच जोड़ दिये जाते हैं। इससे अलकतरा अधिक पूर्णता से पृथक् हो जाता है। काष्ठासुत अम्ल को इससे दो बार आसवन की आवश्यकता नहीं रह जाती।

बड़े-बड़े धात्रों में लकड़ी को गरम कर कोयला बन जाने पर यांत्रिक साधनों से कोयले को शीघ्रता से निकाल लेते हैं। लकड़ी को गरम करने के लिए उत्पादक-गैस का उपयोग करते हैं। उत्पादक गैस से भी ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-स्फिरिट निकाल लेते हैं। लकड़ी को भमके में डालने के पूर्व गरम कर लेते हैं। काष्ठ के इस पूर्व-तापन में कोई खर्च नहीं पड़ता। भट्ठी की उच्छिष्ट गैसों से यह तापन हो जाता है। असंघनीय गैसों को भी दहन के पूर्व गरम कर लेते हैं। इसमें भी कुछ खर्च नहीं पड़ता। इन गैसों को शक्ति-उत्पादन के लिए उपयोग में ला सकते हैं। आजकल अलकतरे का पृथक्करण पूर्णतया हो जाता है। काष्ठासुत अम्ल में कोई अलकतरा नहीं रहता। काष्ठासुत अम्ल को सीधे चूने के संसर्ग में लाकर घूसर ऐसिटेट बना लेते हैं। आजकल काष्ठ-स्फिरिट का अविराम संशोधन होता है जिससे एक क्रम में ही शुद्ध मेथिल अलकोहल प्राप्त हो जाता है। ऐसिटेट-द्राव का सुखाना अविराम यांत्रिक साधनों से होता है।

तीसरा अध्याय

लकड़ी

लकड़ी को काष्ठ या काठ भी कहते हैं। लकड़ी पेड़ों और धुपों से प्राप्त होती है। लकड़ी में पेड़ों के घड़, साखाएँ और जड़ें आती हैं। साधारणतया आसवन के लिए जो लकड़ी प्रयुक्त होती है उसे 'ईधन काष्ठ' कहते हैं। पेड़ों के कटने पर इमारती लकड़ी और कागज बनाने के पल्प की लकड़ी के निकाल लेने पर जो अवशिष्ट अंश बच जाता है उसी को 'ईधन काष्ठ' कहते हैं। और सस्ता होने के कारण आसवन के लिए इसी का उपयोग होता है। लकड़ी के कारखानों में लकड़ी के जो विभिन्न अंश, उच्छिष्ट अंश अथवा शेष, बच जाते हैं उन्हीं का उपयोग कोयला बनाने में होता है। कोयला बनाने के लिए लकड़ी का घुरादा, काष्ठ-धूलि, ठीक नहीं है पर जलावन के रूप में इसका उपयोग हो सकता है। कुछ फलों की गुठलियाँ भी, जिनमें सैल्फ्यूरीस और लिगनिन रहते हैं, कोयला बनाने के काम में आ सकती हैं। ऐसे पदार्थों में ताल और नारियल के कर्पर (shell), कौफी के छिलके, जंतून और आम की गुठलियाँ हैं।

काष्ठ साधारणतया दो प्रकार के होते हैं, कोमल और कठोर। यह गुण कोशीय तन्तुओं की बनावट, विशिष्ट भार और यांत्रिक उपचार पर निर्भर करता है। इनसे काष्ठ के प्रतिरोध (रेजिस्टेंस) और सामर्थ्य (स्ट्रेंथ) में अन्तर आ जाता है। काष्ठ फिर चौड़े पत्ते वाले पेड़ों के अथवा सूई से पतले पत्ते वाले पेड़ों के होते हैं। पहले वर्ग के काष्ठों को अशंकुल काष्ठ कहते हैं और दूसरे वर्ग के काष्ठों को शंकुल काष्ठ। इन काष्ठों के तन्तु विभिन्न प्रकार के होते हैं।

अति कठोर काष्ठ इन पेड़ों के होते हैं—नागफनी (hawthorn), बबूल, जामुन।

कठोर काष्ठ महुआ, नीम, सागवान, सीसम और बादाम पेड़ों के हैं।

साधारण कठोर काष्ठ कटहल, अखरोट, देवदार, चीड़, भारतीय ओक (बाज), पल्म (आलूचा), एल्म के हैं।

कोमल काष्ठ—आम, पीपल, सूरस (कचाल), सित्वर फर, भारतीय एल्डर (शारोल), वच (भोजपत्र), हार्स चेस्टनट (पगार) और ऐश के होते हैं।

अति कोमल काष्ठ—निम्बू, फालसा और भारतीय विलो (willow) वृक्ष के होते हैं।

चौड़े पत्ते वाले काष्ठों से ऐसिटिक अम्ल और मेथिल अलकोहल की मात्रा अधिक प्राप्त होती है और पतले पत्ते वाले काष्ठों से अलकतरा अधिक प्राप्त होता है। दोनों प्रकार के काष्ठों से कोयले की मात्रा एक-सी प्राप्त होती है।

कोयला बनाने के लिए सब काष्ठ एक से हैं। ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-स्फिरिड के लिए अशकुल काष्ठ अच्छे होते हैं। अलकतरे और तारपीन के लिए शंकुल काष्ठ अच्छे होते हैं। ऐसिटिक अम्ल की मात्रा सेल्यूलोस पर और मेथिल अलकोहल की मात्रा लिगनिन पर निर्भर करती है। सेल्यूलोस से मेथिल अलकोहल नहीं बनता और लिगनिन से बड़ी अल्प मात्रा में ऐसिटिक अम्ल बनता है।

काष्ठ की वनावट

काष्ठ में बीच का भाग मज्जा (pith) होता है। यह पुराने कोशीय तन्तुओं का बना होता है। इससे समय पाकर यह सिकुड़ता है। सिकुड़ने के कारण कुछ पुराने पेड़ खोखले हो जाते हैं। मज्जा को घेरे हुए काष्ठ का प्रधान पिंड होता है जो कई स्तरों का बना होता है। पिंड के बाद बढ़ने वाली तन्तु एधा (cambium) होती है। एधा के बाद बाह्यस्तर अधोवाही (bast) होती है। एधा ही प्रतिवर्ष काष्ठ को मोटा करता है। यह एधा जलवाही कोशा (tracheids), काष्ठ-पात्रों, काष्ठ-जीवितक (parenchyma) और मज्जाक किरणों (medullary rays) से बनी होती है। एधा से नये काष्ठ का निर्माण नियमित रूप से नहीं होता। कभी निर्माण कम होता और कभी अधिक, काष्ठ के अनुप्रस्थ (transverse) काट (section) पर वार्षिक वलय बनने से सामयिक वृद्धि का पता लगता है। यह वलय ऋतु के परिवर्तन के कारण बनता है। इस वलय की चौड़ाई पेड़ों की उम्र और मिट्टी की प्रकृति आदि पर निर्भर करती है।

यदि काष्ठ का वार्षिक वलय मोटा हो तो ऐसे काष्ठों को हम स्थूल-कणि (coarse-grained) काष्ठ कहते हैं। इसके विपरीत यदि वार्षिक वलय पतला है तो ऐसे काष्ठ को सूक्ष्म-कणि (fine grained) काष्ठ कहते हैं। स्थूल-कणि काष्ठ कम मजबूत होता है। काष्ठ के पुराने और नये स्तरों में भी अन्तर होता है। पुराना काष्ठ, हल्का काष्ठ (हार्ट वुड) अधिक कठोर और अधिक मन्द रंग का होता है। रसकाष्ठ (sap wood) कोमल और अधिक स्पष्ट रंग का होता है। रसकाष्ठ में जीवित कोशाएँ होती हैं। ये रस के परिवहन और संग्रह में सहायक होती हैं।

वल्क का अनुप्रस्थ प्रभाग वल्क के स्तर से घिरा रहता है। वल्क काष्ठ को सुरक्षित रखता है। उसका बाह्यवल्क (periderm) घड़ को घेरे रहकर उसकी मोटाई को बढ़ाता है।

बाह्यवल्क और एधा के बीच तन्तुओं का एक स्तर होता है जिसे अधोवाही (bast) कहते हैं। यह लम्बे लचीले कोशों की बनी होती है। इसके अनेक उपयोग हैं। बाह्यवल्क, त्वक्षा और वर्षी तन्तु त्वक्षंधा (pilogen) से बना होता है। त्वक्षंधा की क्रिया से बने त्वक्षा के बनने से बाह्यतन्तुओं को जल का मिलना बन्द हो जाता है जिससे वह सूख जाते और बहुधा ऊबड़-खाबड़ पिंड बनकर छाल बन जाते हैं। बाह्य छाल का रूप बहुत कुछ त्वक्षा बनने पर निर्भर करता है। यदि त्वक्षा का बनना दुर्बल है तो बाह्य छिलका चिकना होता है, जैसे बीच (beech), हॉर्न-बीम (horn beam), और रजतफर* (सिलवरफर) में होता है। यदि त्वक्षा का बनना प्रबल है तो छाल मोटी बनती है जैसे भारतीय ओक (cork oak) में होता है।

काष्ठ का रसायन

काष्ठ में प्रधानतया सेल्यूलोस होता है। सेल्यूलोस में कार्बन, हाइड्रोजन और आक्सीजन होते हैं। कार्बन प्रायः ४४ प्रतिशत रहता है। काष्ठ में लिगनिन भी होता है। लिगनिन में कार्बन की मात्रा कुछ अधिक रहती है। लिगनिन के पूरे संघटन का ज्ञान हमें नहीं है। सम्भवतः यह अनेक यौगिकों के मिश्रण से बना है। लिगनिन में कई मिथोक्सी समूह रहते हैं। सेल्यूलोस और लिगनिन के अतिरिक्त काष्ठ में कुछ अन्य पदार्थ भी जैसे जल, स्टार्च, डेक्स, ट्रिन, चीनी, अल्युमिनायड पदार्थ, टैनिन अम्ल रंगवाले पदार्थ, रेजिन, वाष्पशील तेल, खनिज पदार्थ आदि रहते हैं। इन विभिन्न पदार्थों की मात्रा विभिन्न काष्ठों में विभिन्न रहती है पर सब काष्ठों में सेल्यूलोस और लिगनिन के रहने के कारण विभिन्न काष्ठों के संघटन में उतनी विभिन्नता नहीं पायी जाती। काष्ठ का औसत संघटन निम्नलिखित अंकों से सूचित होता है।

* इसके लिए हिमालयी सिलवर फर, परतल, टीस, चदार आदि शब्दों का भी प्रयोग होता है।

काष्ठ की किरण	कार्बन प्रतिशत	हाइड्रोजन प्रतिशत	आक्सीजन और नाइट्रोजन प्रतिशत	राख प्रतिशत	जल प्रतिशत
वायु सूखा और राख के साथ काष्ठ	४०	४.८	३४.४	०.८	२०
जल और राख मुक्त काष्ठ	५०	६.०	४४.०	—	—
जलमुक्त पर राख के साथ काष्ठ	५०	६.०	४३.०	१.०	—

राख में नाइट्रोजन की मात्रा ०.५ प्रतिशत से कदाचित् ही अधिक रहती है। इसी नाइट्रोजन के कारण आसवन पर आमुत में अमोनिया और अमोनिया के अन्य क्षार रहते हैं।

काष्ठ की राख महत्त्व की है। यह राख कोयले में भी आ जाती है। यदि कोयले का प्रयोग धातु-निर्माण में करना है तो राख की मात्रा का विचार रखना आवश्यक होता है। बल्क में राख की मात्रा विसर्प रूप से ऊँची होती है। साधारणतया एक प्रतिशत से अधिक रहती है। इससे कोयला बनाने के पहले काष्ठ की छाल को निकाल डालना अच्छा होता है। इससे कोयलाकरण में सुविधा भी होती है और कोयला भी उत्कृष्ट कोटि का बनता है। मिश्र-मिश्र काष्ठों में राख की मात्रा विभिन्न रहती है। देहरादून के फॉरेस्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट में भारतीय वृक्षों की राख पर विरूप अनुसंधान हुआ है।

काष्ठ का ईंधन-मान

काष्ठ के कार्बन और हाइड्रोजन के जलने से ऊष्मा उत्पन्न होती है। कार्बन के दहन की ऊष्मा प्रति किलोग्राम ८०८० किलो-कलरी और हाइड्रोजन की प्रति किलोग्राम ३४२०० किलो-कलरी है। वायु-रुप काष्ठ के एक किलोग्राम में रहते हैं—

कार्बन	०.४००	किलो-ग्राम
हाइड्रोजन	०.०४८	"
आक्सीजन	०.३४२	"
राख	०.०१०	"
जल	०.२००	"

काष्ठ का दहन-मान निकालने में उपस्थित आक्सीजन के समतुल्य हाइड्रोजन की मात्रा निकाल डालना आवश्यक होता है।

$$०.३४२ \text{ किलो-ग्राम आक्सीजन बराबर है } \frac{२ \times ३४२}{१६} = ०.०४२$$

किलोग्राम हाइड्रोजन के

$$\text{अतः प्राप्य हाइड्रोजन की मात्रा } ०.०४८ - ०.०४२ = ०.००६$$

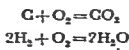
$$\begin{aligned} \text{अतः कार्बन के दहन की ऊष्मा } ०.४० \times ८०८० &= ३२३२.० \text{ किलोकलरी} \\ \text{हाइड्रोजन के दहन की ऊष्मा } ०.००६ \times ३४,२०० &= २०५.२ \text{ किलोकलरी} \\ \hline \text{कुल } ३४३७.२ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{दहन में जल बनने की मात्रा } (०.०४२ + ०.००६) \times ९ \\ = ०.४३२ \text{ किलोग्राम} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{काष्ठ में उपस्थित जल की मात्रा} \\ \hline \text{कुल } ०.६३२ \end{aligned}$$

०.६३२ किलो-ग्राम जल के वाष्पीभूत करने में $६३० \times ०.६३२ = ३९८$ किलोकलरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है। यह ऊष्मा दहन की ऊष्मा से आती है। अतः दहन की ऊष्मा $३४३७.२ - ३९८.१ = ३०३९.१$ किलोकलरी हुई। पर यह ऊष्मा सबकी सब प्राप्य नहीं है। कुछ ऊष्मा, भट्ठी की ईंट द्वारा विकिरण से, कुछ ऊष्मा उष्ण राक्त में और कुछ चिमनी से निकली वाहिनी गैसों (blue gases) में नष्ट हो जाती है। वाहिनी-गैस कितनी बनी और वाहिनी गैस का ताप क्या रहता है, यह वायु की स्थिति और चिमनी की ऊँचाई पर निर्भर करता है। दूसरे स्थलों में चिमनी की बहति और ईंधनदाता (stoker) द्वारा आग जलाने पर गैस का ताप निर्भर करता है।

एक किलो-ग्राम काष्ठ के जलाने के लिए कितनी वायु चाहिये, उसकी गणना इस प्रकार की जा सकती है—



$$०.४ \text{ किलोग्राम कार्बन के जलाने के लिए } \frac{३२ \times ०.४}{१२} = १.०६६ \text{ किलोग्राम आक्सीजन लगता है।}$$

$$०.००६ \text{ किलोग्राम हाइड्रोजन जलाने के लिए } \frac{१६ \times ०.००६}{२} = ०.०४८$$

किलोग्राम हाइड्रोजन लगता है।

$$\text{कुल} = १.११४ \text{ किलोग्राम}$$

$$१.११४ \text{ किलोग्राम आक्सीजन के लिए } \frac{१०० \times १.११४}{२३} = ४.८४३ \text{ किलोग्राम}$$

वायु चाहिये जिसमें आक्सीजन १.११४ किलोग्राम और नाइट्रोजन ३.७२९ किलोग्राम रहते हैं।

एक किलोग्राम लकड़ी के जलाने के लिए सिद्धान्ततः ४.८४३ किलोग्राम वायु लगती है पर वास्तव में यह मात्रा कम है। ठोस ईंधन के दहन में इसकी दुगुनी मात्रा आवश्यक होती है। अतः १ किलोग्राम लकड़ी के जलाने में ९.६८६ किलोग्राम वायु चाहिये।

ऐसे दहन से निम्नलिखित मात्रा में दहन उत्पाद बनते हैं—

जलवाष्प	०.६३२ किलोग्राम
कार्बन डाइऑक्साइड	१.४६६ "
आक्सीजन (वायु के आधिक्य से)	१.११४ "
नाइट्रोजन	७.४५८ "

इनमें ऊष्मा की हानि की गणना निम्नलिखित समीकरण से की जाती है—

$$H = M \times \text{विशिष्ट ऊष्मा} \times (t_2 - t_1)$$

जहाँ 'H' ऊष्मा की हानि

'M' ईंधन की प्रति किलोग्राम गैस का भार

' t_2 ' वाहिनी गैस का ताप

' t_1 ' प्रदाय (supply) गैस का ताप

यदि लकड़ी और वायु का प्रारम्भिक ताप १५° से० हो और भट्ठी से निकलने पर दहन उत्पादों का ताप ३४०° से० हो तो

$$\text{जल (H}_2\text{O), } ०.६३२ \times (३४० - १५) \times ०.४८१ = ९८.७९ \text{ किलोकलरी}$$

$$\text{कार्बन डाइ ऑक्साइड (CO}_2\text{), } १.४६६ \times (३४० - १५) \times ०.२१७ = १०३.३८ "$$

$$\text{आक्सीजन (O}_2\text{), } १.११४ \times (३४० - १५) \times ०.२१८ = ७८.९२ "$$

$$\text{नाइट्रोजन (N}_2\text{), } ७.४५८ \times (३४० - १५) \times ०.२४४ = ५९१.४१ "$$

$$\underline{८७२.५०} "$$

लगभग ८७३ किलोकल.

यदि एक किलोग्राम लकड़ी के जलाने में जिसका संघटन ऊपर दिया हुआ है सैदान्तिक मात्रा से दुगनी मात्रा वायु की लगती है और यदि भट्ठी की गैसों का ताप प्रविष्ट (inlet) वायु के ताप से 325° से० ऊँचा है तो लकड़ी से

$3039 - 633 = 2406$ किलोकलरी से अधिक ऊष्मा नहीं प्राप्त होगी।
विकिरण-हानि को छोड़ कर अथवा 2000 किलोकलरी विकिरण-हानि के निकाल लेने पर यदि देय-जल (feed water) का ताप 100° से० हो तो $\frac{2000}{536} = 3.73$ किलोग्राम भाप बनेगी।

यह अंक वही है जो व्यवहार में पाया जाता है।

काष्ठ के जल

हरे पेड़ के काटने पर उसमें जल की मात्रा 40 से 50 प्रतिशत रहती है। स्थान, मौसम, जाति और उम्र के कारण जल की मात्रा में कमी-बेशी होती है। वसन्त और गरमी में जाड़े की अपेक्षा जल की मात्रा अधिक रहती है। वसन्त में ही अधिक गंध पेड़ों से गोंद और रेजिन निकलते हैं। इस कारण कोयला बनाने के लिए जाड़े में पेड़ का काटना अच्छा होता है।

उपजाऊ भूमि और उपयुक्त जल-वायु में पेड़ों की वृद्धि प्रचुरता से होती है। ऐसे पेड़ों की लकड़ी में वायिक बल्य बड़े-बड़े और काष्ठ-पात्र चौड़े होते हैं। ऐसी लकड़ी कोयले बनाने में अधिक सिकुड़ती है और उससे कम मात्रा में इसके कोयले बनते हैं। भारी और सघन काष्ठ से थोड़ातर कोयला बनता है।

नये काष्ठ में रस अधिक रहता है। ऐसा काष्ठ कोयला बनाने के लिए उतना अच्छा नहीं होता। पर बहुत पुराने पेड़ों से भी अच्छे कोयले नहीं बनते। ऐसे पेड़ों के आयाम-तन्तु (longitudinal tissues) फटे होते हैं। इससे उनका कोयला परिवहन अथवा संग्रह में चूर-चूर होकर कुछ नष्ट हो जाता है। घड़, जड़ और शाखों में जल की मात्रा विभिन्न रहती है। हूत काष्ठ और रस-काष्ठ में भी जल की मात्रा एक नहीं रहती।

ताजे बटे विभिन्न पेड़ों में जल की मात्रा इस प्रकार रहती है—

पहले स्तम्भ में साल भर की औसत मात्रा और दूसरे स्तम्भ में लघुतम और महत्तम मात्रा दी हुई है। शुक्लर और हाजिग के अनुसार जल की मात्रा स्तम्भ तीन में दी हुई है—

पेड़	१	२	३.
चीर (Pine)	६१	१५-६४	३९.७
कचाल (Spruce)	५६	११-५७	
निम्बू (Lime)	५२	३६-५७	४७.१
काला बहान (Black poplar)	५२	४३-६१	५१.८
लार्च (Larch)	५०	१७-६०	४८.६
दारोल् (Alders)	५०	३३-५८	४१.७
बखोर (Horse chestnut)	४८	३७-५२	३८.२
भोजपत्र (Birch)	४७	२४-५३	३०.८
सेब (Apple)	४३	३४-५२	
सैलो (Sallow)	४२	३०-३९	२६.०
बीच (Beech)	३९	२०-४३	३९.७
अस्पेन (Aspen)	—	—	४३.७
मैपल (Maple)	३९	२७-४९	२७.०
होर्न बीम (Horn beam)	३७	२२-४१	१८.६
बाज (Bak)	३५	२२-३९	३४.७
आलूचा (Plum)	३४	१९-३९	
एलम (Elm)	३४	२४-४४	४४.५
रोबिनिया (Robinia)	२९	१२-३८	
मुम (Ash)	२७	१४-३४	२८.७
रजतफर (Silver fir)	—	—	३७.१
रक्त टीस (Red fir)	—	—	४५.२
इटैलियन			
पौपलर (Italian poplar)	—	—	४८.२
वेन (Willow)	—	—	५०.६

पेड़ काटने पर उसमें जल की मात्रा में कैसे परिवर्तन होता है उसका ज्ञान शेवैन्डियर (Shevandier) के आंकड़ों से होता है।

काठ की किस्म	काटने के महीने के बाद			
	६	१२	१८	२४
घड़ लकड़ी				
" बीच (Beech) की	२३.२४	१९.३४	१७.४०	१७.७४
" बाज (Bak) की	२९.६३	२३.७५	२०.७४	१९.१६
" भोजपत्र (Birch) की	२३.२३	१८.१०	१५.९८	१७.१७
" टीस (Silver fir) की	२८.५६	१६.६५	१४.७८	१७.२२

काठ की विस्म	काटने के महीने के बाद			
	६	१२	१८	२४
घड़ लकड़ी				
" कचाल (Spruce) की	२९.३१	२८.५४	१५.८१	१७.७६
" हॉर्नबीम (Horn beam) की	२४.०८	२०.१८	१८.७७	१७.९४
मोटी शाखा की लकड़ी बीच की	३३.४८	२४.००	१९.८०	२०.३२
" बाज की	३१.२०	२६.९०	२४.५५	२१.०९
" भोजपत्र की	३७.३४	२८.९९	२४.१२	२१.७८
" टोस की	२८.२९	१७.४१	१५.०९	१८.६६
" कचाल की	३५.३०	१७.५९	१५.७२	१७.३५
" हॉर्नबीम की	३१.३८	२५.८९	२२.३३	१९.३०
पतली शाखा की लकड़ी				
" बीच की	३०.४४	२३.४६	१८.६०	१९.९५
" बाज की	३२.७१	२६.७४	२३.३५	२०.२८
" भोजपत्र की	३९.७२	३९.०१	२२.७३	१९.५२
" टोस की	३३.७८	१६.८७	१५.२१	१८.०९
" कचाल की	४१.४९	१८.६७	१५.६३	१७.४२
" हॉर्नबीम की	२७.१९	२३.०८	२०.६०	१८.५९

ऊपर के अंकों से पता लगता है कि काष्ठ में जल की मात्रा निश्चित नहीं है पर कुछ महीनों में, साधारणतया १२ महीनों में, जल की मात्रा लगभग २० प्रतिशत पहुँच जाती है।

लकड़ी में १०-२० प्रतिशत से कम जल के रहने से कोयला अच्छा नहीं बनता। जाड़े के दिनों में पेड़ के काटने से लकड़ी जल्दी सूख जाती है क्योंकि इस समय पेड़ों में जल की मात्रा अल्पतम रहती है, अतः जाड़े में पेड़ों का काटना अच्छा होता है। जाड़े में पेड़ों में लवण और कार्बनिक पदार्थ भी कम रहते हैं। ये पदार्थ आर्द्रताप्राही होते हैं। अतः इनकी मात्रा कम होने में लकड़ी जल्दी सूख जाती है। अच्छे कोयले के लिए लकड़ी में २० प्रतिशत जल रहना चाहिए।

पेड़ निस्म	जनवरी के अन्त में जल की प्रतिशतता		अप्रैल के प्रारम्भ में जल की प्रतिशतता	
शुम (Ash)		२८.८		३८.६
मैपल (Maple)		३३.६		४०.३
पंगार (Horse chestnut)		४०.२		४७.१
टोस (Silver fir)		५२.७		६१.०

काठ में जल की मात्रा कम करने के दो उपाय हैं। एक उपाय काठ को वायु में सुखाना और दूसरा उपाय ऊष्मा द्वारा कृत्रिम रीति से सुखाना। साधारणतया पेड़ों को काटकर वायु में ही सुखाते हैं। कृत्रिम रीति से सुखाने में खर्च पड़ता है क्योंकि इसके लिए विशेष साधनों, ईंधन और शक्ति की आवश्यकता पड़ती है। पेड़ों को काटकर वायु में सुखा रखने से १२ से १८ महीने में काम के लिए वे पर्याप्त सूख जाते हैं।

लकड़ी का विशिष्ट भार

लकड़ी पानी से भारी होती है। अतः लकड़ी को पानी में डूब जाना चाहिए पर साधारणतया लकड़ी पानी पर तैरती है। इसका कारण है कि लकड़ी के तन्तुओं में वायु भरी रहती है। लकड़ी के विशिष्ट भार का कोई व्यावहारिक उपयोग नहीं है। अधिक महत्त्व की बात लकड़ी का भार है।

कितनी लकड़ी कितना स्थान छँकती है, यह अधिक महत्त्व का है। जर्मनी, स्वीडन, आस्ट्रिया आदि देशों में इसे रोम-मीटर (Raum-meter) कहते हैं और फ्रांस में स्टेयर (Stere)। यह लकड़ी का वह पिंड है जो एक घनमीटर स्थान को घेरता है। इस में घन 'साशेन' (Sashen) इकाई चलती है। यह ९.७१ घनमीटर के बराबर है। इंग्लैण्ड और अमेरिका में 'कौर्ड' (Cord) का प्रयोग होता है। इंग्लैण्ड के कौर्ड में १४ फुट लंबा, ३ फुट चौड़ा और ३ फुट ऊँचा काठ रहता है जो ३.५६८ घनमीटर के बराबर है। अमेरिकी कौर्ड में ८ फुट लंबा, ४ फुट चौड़ा और ४ फुट ऊँचा काठ रहता है जो ३.६२४ घनमीटर के बराबर है।

ऐसे ढेर के काठ का भार काठ के सजाकर रखने, काठ के गुण, काठ की जाति और काठ के आयाम (Dimension) पर निर्भर करता है। काठ के भार से वास्तव में कुछ पता नहीं लगता जब तक काठ के जल की मात्रा का हमें ज्ञान न हो क्योंकि केवल भार के जानने से कोयले और आसवन उत्पादों की उपलब्धि का कुछ पता नहीं लगता।

वायु-शुष्क लकड़ी का भार भी स्थायी नहीं होता। यह विभिन्न लकड़ियों में विभिन्न और एक ही जाति की लकड़ियों में भी विभिन्न होता है। लकड़ी के सूखने की अवस्था, आकार, लम्बाई, चौड़ाई और मोटाई, स्थान, मौसम, जलवायु, सिकुड़न, पेड़ों के विभिन्न अंगों आदि पर निर्भर करता है। आसवन के भिन्न उत्पादों की प्राप्ति, लकड़ी के सूखने की अवस्था, सेल्यूलोस और लियनिन आदि पर निर्भर करती है।

कोयला बनाने के लिए कोयल काठ अच्छा नहीं होता। सामान्य लकड़ी सर्वोत्कृष्ट होती है पर यह महंगी पड़ती है। लकड़ी के कारखानों में काम की इमारती

लकड़ी निकाल लेने पर जो अवशेष अंश बच जाता है वह सस्ता पड़ता है और कोयला बनाने में उसका उपयोग हो सकता है। ऐसी कुछ लकड़ी तो कारखाने में जलावन के लिए ही खर्च हो जाती है पर जो शेष बच जाती है उसका उपयोग हो सकता है। सारी लकड़ी का प्रायः १० प्रतिशत भाग इस प्रकार बच जाता है। ऐसी लकड़ी में प्रायः आधा तो पट्टे और कड़ी के रूप में रहता है और आधा धुरादे के रूप में। इन्हें कोयला बनाने में इस्तेमाल कर सकते हैं। धुरादे से कम और निकृष्ट कोटि का कोयला बनता है। ऐसा कोयला चूरा होता है। इसकी मांग नहीं है। पर यदि इस कोयले को इष्टका में परिणत कर दें तो उसकी मांग हो सकती है और तब उसका उपयोग हो सकता है। क्षेप्य काष्ठ (scrap wood) से सस्ता और उपयोगी कोयला प्राप्त हो सकता है। क्षेप्य काष्ठ में बल्क की मात्रा अधिक रहती है।

कुछ पेड़ों से टैनिन प्राप्त होते-हैं। टैनिन निकाल लेने पर अवशिष्ट अंश से कोयला बना सकते हैं। कुछ फलों के छिलके, कर्पूर और गुठलियाँ भी कोयला बनाने में इस्तेमाल हो सकती हैं। आम और जामुन की गुठलियों से कोयला बनाने का प्रयत्न होना चाहिये। ईस से चीनी निकाल लेने पर जो सीठी बच जाती है उससे कोयला तैयार हुआ है। यह कोयला पर्याप्त सक्रिय पाया गया है। इसकी इष्टका बनाकर उसे जलावन के लिए इस्तेमाल कर सकते हैं। चीनी के तथा अन्य कार्बनिक यौगिकों के परिवार में इस कोयले का उपयोग हो सकता है। नारियल के कर्पूर से भी कोयला बना है। विपाकृत गैसों के अधिशोषण के लिए यह कोयला अधिक क्रियाशील पाया गया है। मास्क में इसका उपयोग होता है।

चौथा अध्याय

कोयलावाली लकड़ी

कोयला बनाने का कारखाना वहाँ ही खोलना चाहिये जहाँ लकड़ी सुगमता से, नियमित रूप से और कम से कम कीमत में प्राप्त हो सके। कारखाने के समीप ही कोयले की खपत भी हो तो और अच्छा है। लकड़ी जंगलों से प्राप्त होती है। जंगलों में ही लकड़ी की प्रचुरता रहती है। लकड़ी के लिए पेड़ों को काटना पड़ता है। काटने के अनेक तरीके हैं। कहीं टागे से, कहीं आरी से और कहीं टागे और आरी दोनों से ही पेड़ काटे जाते हैं। पेड़ों के घड़ बिजली से गरम किये तारों से भी काटे जाते हैं। बिजली से चलने वाली छेद करने की मशीनों से छेदकर भी पेड़ गिराये जा सकते हैं। पेड़ों को फिर काट-छांट कर काष्ठ इकट्ठा किया जाता, सुखाया जाता और तब विभिन्न साधनों से जंगलों से कारखानों में लाया जाता है।

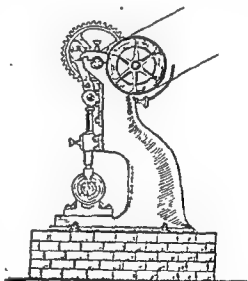
लकड़ी के कुन्दे कितने बड़े रहने चाहिये, यह भट्ठे अथवा भभके के विस्तार पर निर्भर करता है। कुछ भभकों में अनेक दिनों तक गरम करना पड़ता है और कुछ भभकों में थोड़े दिनों तक ही। जिन भभकों में अनेक दिनों में कोयला तैयार होता है उनमें ४०० मि० मी० व्यास तक की लकड़ी इस्तेमाल हो सकती है। यदि लकड़ी के कुन्दों के व्यास ३०० मि० मी० से बड़े हो तो उन्हें एक बार और चीरकर तब इस्तेमाल करना चाहिये। इससे अधिक व्यास की लकड़ी को दो या तीन या अधिक बार चीरने की आवश्यकता पड़ सकती है। यदि कोयले का निर्माण क्षतिज भभके में होता है जिनकी धारिता २५ घनमीटर है और यदि लकड़ी का व्यास १५०-२०० मि० मी० है तो ऐसी लकड़ी के कोयला बनने में २० घंटे लगते हैं जबकि ऐसे ही भभके में ३०० मि० मी० व्यास की लकड़ी में ३६ घंटे लगते हैं।

चीरे हुए कुन्दों का व्यास १७५ मि० मी० से अधिक रहना ठीक नहीं है। ऐसी लकड़ी से केवल कोयला ही ठीक-ठीक नहीं बनता वरन् ऐसी लकड़ी के सुखाने में समय अधिक लगता है और कोयला ऐसा बनता है जो अधिक नहीं टूटता। लकड़ी के मोटे होने से सुखाने में समय अधिक लगता है पर ऐसा कोयला परिवहन में अधिक टूटता नहीं है।

यदि भभका ऊर्ध्वाधार और धारिता ४ से ५ घनमीटर या क्षैतिज भभका हो और धारिता १.५ घनमीटर की है तो लकड़ी का व्यास और छोटा ५० से १५० मि० मी० रह सकता है। जंगलों से बड़े-बड़े कुन्दों को लेकर कारखाने में आवश्यकतानुसार काटना अधिक सुविधाजनक होता है। काटने में खर्च होता है पर अन्त में मही सस्ता पड़ता है। यदि पेड़ों का काटना कारखाने द्वारा ही होता है तो लकड़ी को ठीक-ठीक विस्तार का काटना ही अच्छा होता है।

कारखाने में लकड़ी के आने पर दो काम करना पड़ता है। पहले तो लकड़ी को कांट-छांट और छील कर छोटा और चिकना बनाना पड़ता है ताकि भभके में वह ठीक-ठीक अट सके और सजायी जा सके। दूसरे लकड़ी को उचित ढंग से सुखाना पड़ता है। इसके लिए पहले छाल को पूर्णतया अथवा अंशतः निकाल देते हैं। ऐसी छाल और छीलन को ईंधन के काम में ला सकते हैं। फिर उचित लम्बाई और मोटाई में काटते या चीरते हैं। यह काटना

या चीरना मशीन से होता है। मशीन में इस्पात के स्फान (wedge) लगे रहते हैं। ऐसी मशीन में लोहे के दो स्तम्भ होते हैं। इन स्तम्भों के बीच में एक घूरा (axle) रहता है। घूरे में एक कूर्पर (crane) या बलैन्ड्र (eccentric) लगा रहता है। Guide ledges नेतृ-दालाका के सहारे कूर्पर इस्पात के एक स्फान को ऊपर नीचे उठाता है। इसके आघात का नियंत्रण हो सकता है। लकड़ी के कुन्दे को उचित ऊँचाई के दो नेतृ-पट्टों पर इस प्रकार रखते हैं कि स्फान गिरकर कुन्दे को सन्तुओं की दिशा में काट डालता है। दस घंटे प्रतिदिन काम करके एक आदमी ०.५ मीटर लम्बाई की ६०-७० घनमीटर लकड़ी काट सकता है। यह तभी सम्भव है जब लकड़ी को मशीन के निकट ले आने और कट जाने पर हटा देने के लिए दूसरा आदमी मौजूद हो।



चित्र ३—लकड़ी के काटने और चीरने की मशीन

कुछ कारखानों में, विशेषतः फ्रांस में, लकड़ी को ठीक-ठीक काटकर इस्तेमाल

करते हैं। कुछ कारखानों में, विशेषतः अमेरिका में, भभके को ऐसा बनाते हैं कि उसमें सब प्रकार की लकड़ी इस्तेमाल हो सके। इसके लिए भट्ठे और भभके दोनों बड़े-बड़े होते हैं। यदि लकड़ी जड़ की है तो ऐसी लकड़ी अल्दी फटती नहीं। उसके लिए विशेष उपचार की आवश्यकता पड़ती है। यदि कोयला बनने के पात्र बड़े-बड़े हैं तो फिर लकड़ी को काट कर बहुत छोटे-छोटे करने की आवश्यकता नहीं पड़ती। छोटे-छोटे पात्रों के लिए ही लकड़ी को छोटा-छोटा करना आवश्यक होता है। इस कारण छोटे-छोटे पात्रों के कारखाने में लकड़ी तैयार करने में खर्च अधिक पड़ता है। बड़े-बड़े पात्रवाले कारखाने ही अन्त में सस्ते पड़ते हैं। अतः आजकल ऐसे ही कारखाने अच्छे समझे जाते हैं जिनके कोयला बनाने के पात्र बहुत बड़े-बड़े हों।

लकड़ी सुखाना

कोयला बनाने के पहले लकड़ी को सुखा लेना आवश्यक होता है। सुरुन्त कटे 'पेड़ में जल की मात्रा ४० से ५० प्रतिशत रहती है। जल की मात्रा का कोयला बनाने में पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। जल की वाष्पायन ऊष्मा बड़ी ऊँची होती है। कार्वनीकरण के पहले जल निकल ही जाता है। काष्ठासुत अम्ल में जल की मात्रा लकड़ी के जल की मात्रा पर निर्भर करती है। काष्ठासुत अम्ल से कैल्सियम ऐसिटेट बनाने में जल को उवाल कर निकाल देना पड़ता है। अतः काष्ठ में अधिक जल के कारण ईंधन की खपत और खर्च बहुत बढ़ जाता है।

२० प्रतिशत की अपेक्षा यदि जल की मात्रा ४० प्रतिशत हो तो लगभग १९ प्रतिशत अधिक ईंधन लगेगा। अधिक जल के कारण कोयले का उत्पादन भी अपेक्षया कम होता है। इससे उत्पादन-मूल्य ५० प्रतिशत तक बढ़ सकता है। अधिक जल से कैल्सियम ऐसिटेट की प्राप्ति भी कम होती है। लकड़ी बिल्कुल सूखी भी नहीं रहनी चाहिये। बिल्कुल सूखी लकड़ी कोयलाकरण के लिए उपयुक्त नहीं है। बिल्कुल सूखी लकड़ी से विच्छेदन धीरे-धीरे न होकर इतनी तीव्रता से हो सकता है कि विस्फोट हो जाय। ऐसी लकड़ी के लिए संघनित्रों की संख्या अधिक रहनी चाहिए नहीं तो एक-व-एक गैसों इतनी बन सकती है कि विस्फोट से खतरा और हानि हो सकती है। कभी-कभी उचित जल के रहने पर भी विस्फोट की सम्भावना रहती है। इस कारण कोयलाकरण के लिए वैसी ही लकड़ी अच्छी समझी जाती है जिसमें जल की मात्रा १५ से २० प्रतिशत रहे। ऐसी लकड़ी 'वायु शुष्क' लकड़ी कही जाती है।

कुछ देशों की जलवायु ऐसी होती है कि वायु में सूखी लकड़ी में २० प्रतिशत

ही जल रहता है। लकड़ी की यह 'सामान्य जल मात्रा' है। लकड़ी को प्राकृतिक रीति से अथवा कृत्रिम रीति से सुखा सकते हैं।

प्राकृतिक रीति

प्राकृतिक रीति में लकड़ी धीरे-धीरे सूखती है। इसके लिए लकड़ी को काटकर ढाल में कम से कम एक वर्ष रखना पड़ता है। कृत्रिम रीति से लकड़ी भीघ ही सुखायी जा सकती है। सुखाने की कौन रीति अच्छी है इस पर एक मत नहीं है। कुछ लोग प्राकृतिक रीति और कुछ लोग कृत्रिम रीति का अनुमोदन करते हैं।

पेड़ों को काट कर खुले स्थान में अथवा कारखाने में ढाल में रखना पड़ता है। नीचे कुछ लकड़ी बिछा दी जाती है। उसी पर लकड़ी का ढेर करते हैं ताकि धरती का जल लकड़ी में प्रविष्ट न हो सके। ढाल ऐसी बनाते हैं कि लकड़ी में वायु का प्रवेश स्वच्छन्दता से हो सके। ढालों कई प्रकार से बनती हैं। भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न किस्म की, भिन्न-भिन्न लंबाई, भिन्न-भिन्न चौड़ाई और लम्बाई की ढालें बनती हैं। ऐसी ढालों के बनाने में खर्च पड़ता है। ढाल वस्तुतः ऐसी होनी चाहिये कि वह कम खर्च में बन सके। ढाल बनाने का काम आज यंत्रों से होता है। लकड़ियाँ यंत्रों से हटायी जाती और एक के बाद दूसरी सजाकर रखी जाती हैं। इसके लिए वाहक पट्टक (conveyer belt), शिरोपरक संधाम मार्ग (overhead cableways) और उत्थापक (elevator) का प्रयोग होता है। क्षैतिक दिशा में चक्री (Car) पर लकड़ी का परिवहन होता है। छोटे-छोटे कारखानों में हाथों से चक्री चलायी जाती है। उससे कुछ बड़े कारखानों में घोड़ों से चक्री खिचवायी जाती है। उससे भी बड़े कारखानों में बिजली अथवा भाप इंजन से चक्री चलायी जाती है। ढालों (Stacks) हाथों में ही बनायी जाती हैं।

ढाल के बनाने में अचल उत्थापक (Stationary elevator) अथवा चल उद्वाहक (Travelling hoists) का उपयोग होता है।

अचल उत्थापक उस दशा में अधिक उपयुक्त होते हैं जब किसी एक स्थल पर लकड़ी को उठाना पड़ता है। उत्थापक में उद्वाही बाजू (lifting arms) लगे रहते हैं जिन पर लकड़ी के नुन्दे हाथों में रख दिये जाते हैं। ज्यों ही उद्वाही बाजू ऊपर पहुँचते हैं वहाँ हाथों से कुन्दे हटा लिये जाते हैं। इस प्रकार उत्थापक सतत कार्य करता रहता है। इसी से बड़े-बड़े मट्टों में कोयलाकरण के लिए लकड़ियाँ ढाली जाती हैं। चल उद्वाहक अचल उत्थापक से अच्छे होते हैं। ऐसे एक चल उद्वाहक का चित्र यहाँ दिया हुआ है।

२. लकड़ी के जल को उस ताप तक गरम करने में
 ३. जिस पात्र में लकड़ी रखी जाती है उस पात्र के ताप को 100° से० तक उठाने में

४. उद्घाप्न द्वारा लकड़ी के जल के निकालने में
 ५. शुष्ककरण कक्ष से जो उष्ण गैसें निकलती हैं उसमें ऊष्मा की हानि की पूर्ति में
 ६. पंखे के चलाने के लिए शक्ति की प्राप्ति में
 ७. शुष्ककरण पात्र की दीवारों से विकिरण द्वारा ऊष्मा की हानि की पूर्ति में
 एक घन मीटर गीली लकड़ी का भार जिसमें ४० प्रतिशत जल है, ५३२ किलोग्राम होता है। इसमें २१२ किलोग्राम जल और ३२० किलोग्राम जल रहित लकड़ी है (जल रहित लकड़ी की विशिष्ट ऊष्मा ०.६ है)। २१२ किलोग्राम जल में केवल १३२ किलोग्राम जल को उद्घाप्न द्वारा निकालना है, ताकि लकड़ी में २० प्रतिशत जल बना रहे।

गणना से पता लगता है कि ऊपर की विभिन्न मदों में ऊष्मा की निम्नलिखित मात्रा लगती है—

१. ताप के ऊँचा उठाने में	३५,९४० किलोकलरी
२. १३२ किलोग्राम जल के उद्घाप्न में	६९,९६० "
३. निकलती वायु के साथ ऊष्मा की हानि	६१,५६० "
४. पंखे के चलाने में शक्ति उत्पन्न करने में	४६,१३० "
५. शुष्ककरण पात्र की ईंट दीवारों से हानि	१८,००० "
	कुल २३१,५९० "

इतनी ऊष्मा के उत्पन्न करने में ४४ किलोग्राम कोयले की आवश्यकता पड़ेगी यदि कोयले की केवल ७५ प्रतिशत तापन-शक्ति का उपयोग होता है।

एक टन कोयले का मूल्य यदि १० रु० हो तो एक घनमीटर लकड़ी सुखाने में केवल ईंधन में $\frac{44 \times 10}{1000} = 0.44$ रुपया अथवा ७ आना के लगभग खर्च पड़ेगा।

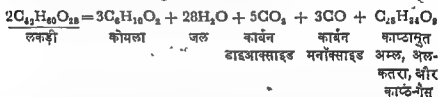
इस खर्च में सुखाने के पात्रों पर खर्च का उल्लेख नहीं है। वायु में सुखाने से जितना खर्च पड़ता है कम से कम उसका दुगुना खर्च कृत्रिम रीति से सुखाने में अवश्य पड़ता है। कृत्रिम शुष्ककरण का खर्च कम किया जा सकता है यदि वाष्पित्र और भट्ठी से निकली गैसों की ऊष्मा का उपयोग किया जा सके। पर ऐसा करना सरल नहीं है। कृत्रिम शुष्ककरण में लाभ यह है कि शुष्ककरण ३ दिनों में हो जाता है जबकि प्राकृतिक शुष्ककरण में कम से कम एक वर्ष का समय लगता है।

कृत्रिम शुष्ककरण में सफलता नहीं मिली है। अनेक कारखानों ने कृत्रिम शुष्ककरण को अपनाया पर पीछे छोड़ दिया। कृत्रिम शुष्ककरण हो अथवा न हो कोयलाकरण के पूर्व लकड़ी को गरम कर लेना सरल है। ऐसा करने में लाभ होता है। भट्टियों की उष्ण गैसों द्वारा यह सरलता से सम्पादित हो सकता है। लकड़ी के इस प्रकार गरम कर लेने से कार्बनीकरण में या कोयलाकरण में ईंधन की २० प्रतिशत बचत हो जाती है। इस प्रकार के लकड़ी के गरम करने के उपकरणों का अनेक लोगों ने पेटेंट लिया है।

पाँचवाँ अध्याय

काष्ठ का भंजक आसवन

लकड़ी को जब वायु-शून्य पान में गरम करते हैं तब इसे काष्ठ का भंजक आसवन कहते हैं। भंजक आसवन में काष्ठ में परिवर्तन होता है। काष्ठ में प्रधानतया सेल्यूलोस, लिगनिन और जल रहते हैं। इसके गरम करने से पहले पानी निकल जाता है। जैसे-जैसे ताप बढ़ता है लकड़ी का रंग बदलता है। लकड़ी पहले भूरे रंग की हो जाती है। साथ ही आसुत में ऐसिटिक अम्ल पाया जाता है। रंग के बदलने और ऐसिटिक अम्ल के बनने से मालूम होता है कि लकड़ी का विच्छेदन या विघटन शुरू हो गया है। विच्छेदन से लकड़ी के कार्बन से कार्बन के यौगिक बनते हैं। ये यौगिक परस्पर मिलकर अधिक पेचीले पदार्थ बनते हैं। इस विच्छेदन के फलस्वरूप कुछ ठोस, कुछ द्रव और कुछ गैसीय उत्पाद बनते हैं। ४००° से० पर जो परिवर्तन होता है उसका निरूपण निम्नलिखित समीकरण द्वारा कुछ सीमा तक होता है—



लकड़ी के सेल्यूलोस से मेथिल अलकोहल नहीं बनता। सेल्यूलोस से ऐसिटिक अम्ल बनता है। लिगनिन से मेथिल अलकोहल और ऐसिटिक अम्ल दोनों बनते हैं। ऐसिटिक अम्ल और मेथिल अलकोहल क्रमशः सेल्यूलोस और लिगनिन की मात्रा पर निर्भर करते हैं।

एडवर्ड जुओन (Edward Juon) ने काष्ठ पर ऊष्मा की क्रिया का इस प्रकार वर्णन किया है—

लकड़ी के गरम करने से २८०° से० ताप तक जल-वाष्प के साथ-साथ कुछ गैसें निकलती हैं जिनमें प्रधानतया कार्बन के आक्साइड रहते हैं। २८०° से० के ऊपर गैसों की प्रकृति में सहसा परिवर्तन होता है। आक्सिजन यौगिकों के स्थान में अव-

हाइड्रोकार्बन और हाइड्रोजन निकलते हैं। गैसों का निकलना अब तीव्र होता है। आसुत में ऐसिटिक अम्ल की मात्रा बढ़ जाती है। यह परिवर्तन छोटे भट्ठों में १ से २ घंटे में और बड़े भट्ठों में ४ से ६ घंटे तक होता रहता है। उसके बाद फिर प्रक्रिया धीमी हो जाती है। २८०° से० के ऊपर जलीय आसुत की मात्रा कम हो जाती, गैस सूखी निकलती और अलकतरे की मात्रा अधिक और अलकतरा अधिक ध्यान भी होता है।

२८०° से० तक ही काष्ठ को गरम करने की जरूरत पड़ती है। उसके बाद प्रतिक्रिया की ऊष्मा बननी शुरू हो जाती है। ताप क्रमशः स्वतः बढ़ता जाता है। यह ताप ५००° से० तक पहुँच जाता है। यदि ताप को और ऊँचा ठाँककर विच्छेदन को पूरा करना है तो बाहर से गरमी पहुँचाने की आवश्यकता पड़ती है। ऊँचे ताप से गैस की प्रकृति में अब परिवर्तन होता है। हाइड्रोजन की मात्रा अब बढ़ती और हाइड्रोकार्बन की मात्रा कम होती है।

यदि लकड़ी को भट्ठी या भंमके में गरम करके कोयला बनाना है तो सारा प्रक्रम ३८०-४००° से० तक ही समाप्त हो जाता है। यहाँ हाइड्रोजन बनने वाला ताप नहीं पहुँचता। यदि काष्ठ को ३८०-४००° से० तक गरम कर छोड़ दें, अधिक ऊष्मा अब न प्रदान करें और पात्र को बिल्कुल बन्द कर दें ताकि कोई चीज़ अन्दर न प्रविष्ट हो सके और न अन्दर से कोई चीज़ बाहर निकल सके तो उससे हाइड्रोकार्बन बनते हैं। हाइड्रोजन और आक्सिजन के गैसीय भौतिक धीरे-धीरे लुप्त होते जाते हैं। जैसे-जैसे कोयला ठंडा होता है, अन्दर का दबाव बढ़ता और कोयले की घिरी हुई गैसों में हाइड्रोकार्बन की मात्रा ८०-९० प्रतिशत तक हो जाती है।

फिर दबाव धीरे-धीरे कम होता है। हाइड्रोकार्बन कोयले में अधिशोषित हो जाता और कोयले में कार्बन की मात्रा ५ से ६ प्रतिशत बढ़ जाती है। जुबोन ने सिद्ध किया है कि ३८०° से० तक गरम करके पात्र को बिल्कुल बन्द कर देने से कोयले में कार्बन की मात्रा बढ़ जाती है।

इस सम्बन्ध में जो प्रयोग हुए हैं उनमें स्पष्ट रूप से पता लगता है कि ताप के नियंत्रण से कोयले की मात्रा बहुत कुछ बढ़ा दी जा सकती है। भट्ठी के ऊँचे ताप और द्रुत कोयलाकरण से कोयले ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-स्फिरिट की मात्रा कम होती और गैसों की मात्रा अधिक रहती है और इसके विपरीत निम्नतर ताप और मन्द कोयलाकरण से गैसों की मात्रा कम और कोयले, ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-नैफथा की मात्रा अधिक रहती है। यदि कोयलाकरण का लक्ष्य ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-नैफथा प्राप्त करना हो तो कोयलाकरण धीरे-धीरे निम्न ताप पर करना

क्रमिक	काष्ठ के गरम करने या ताप (°से०)	आसवन पात्र में मृत बाष्प, लाल कोयले और काले कोयले के १०० भाग में			
		कार्बन भाग	हाइड्रोजन भाग	आक्सीजन नाइट्रोजन भाग	राम भाग
१८	३२०	७३.५७३५	४.८३०५	२१.०८६०	०.५१८५
१९	३३०	७३.५५१५	४.६२६०	२१.३३३०	०.४७६५
२०	३४०	७५.२०२०	४.४०६५	१९.९६२०	०.४७७५
२१	३५०	७६.६४४०	४.१३६०	१८.४४१५	०.६१३०
२२	—	८१.६४३५	१.९६१०	१५.२४५५	१.१६२५
२३	४३२	८१.९७४५	२.२९७५	१४.१४८५	१.५९७५
२४	१०२०	८३.२९२५	१.७०२०	१३.७९३५	१.२२४५
२५	१११०	८८.१३८५	१.४१५०	९.२५९५	१.१९९०
२६	१३५०	९०.८११०	१.५८३५	६.४८९५	१.१५१५
२७	१५००	९४.५६६०	०.७३९५	३.८४०६	०.६६४०
२८	१५०० से ऊपर	९६.५१७०	०.६२१५	०.९३६०	१.९४५५

काष्ठ के आसवन में साधारणतया चार अवस्थाएं होती हैं। पहली अवस्था प्रायः १७०° से० ताप तक की है। इस ताप तक केवल काष्ठ सूखता है। अन्य परिवर्तन गैसों का निकलना आदि इस ताप तक कदाचित् ही होता है।

दूसरी अवस्था २७०-२८०° से० ताप तक की है। इस अवस्था में प्रधानतया कार्बन के ऑक्साइड, मनोंक्साइड और डाइ-आक्साइड निकलते हैं। कुछ ऐसिटिक अम्ल और बड़ी अल्पमात्रा में अलकतरा और काष्ठ-स्फिरिट भी बनते हैं।

तीसरी अवस्था वह है जब प्रक्रिया (operation) से ऊष्मा निकल कर ताप को बढ़ा कर ३८०°-४००° से० तक कर देती है। यह आरंभ कार्बनीकरण की अवस्था कही जाती है। इस अवस्था में बड़ी मात्रा में हाइड्रोकार्बन, ऐसिटिक अम्ल, काष्ठ-स्फिरिट और अलकतरा निकलते हैं। यहां कोयले का सान्द्रण भी होता है। इस समय पर्याप्त सावधानी की आवश्यकता पड़ती है। तीव्रता को कम करने की भी कभी-कभी आवश्यकता पड़ती है। यदि ऐसा न किया जाय तो विस्फोट की सम्भावना हो सकती है।

चौथी अवस्था कोयले के ठंडा करने की है। यदि हाइड्रोकार्बन के वातावरण में ठंडा किया जाय तो कोयले में हाइड्रोकार्बन का अधिशोषण होकर कोयला सघन और अधिक पेचीला बन जाता है।

पहली दो अवस्थाओं में बाहर से ऊष्मा देकर लकड़ी गरम की जाती है, तीसरी

अवस्था में बाहर से ऊष्मा की आवश्यकता नहीं पड़ती। इसी अवस्था में अधिकांश असंघनीय और दाह्य गैसों बनती हैं। इसी अवस्था में काष्ठ का वास्तविक कोयला-करण तीव्रता से होता है। इस कारण संघनितों की संख्या पर्याप्त रहनी चाहिये। इसके बाद फिर आसवन में मन्दता आ जाती है।

भंजक आसवन के उत्पाद

वायु शुष्क काष्ठ में कार्बन ४० प्रतिशत, हाइड्रोजन ४.८ प्रतिशत, आक्सीजन ३४.४ प्रतिशत, जल २० प्रतिशत और राख ०.८ प्रतिशत के लगभग रहती हैं। ऐसे काष्ठ के आसवन से जो उत्पाद प्राप्त होते हैं उनकी मात्रा में विभिन्नता पायी जाती है। उत्पाद की विभिन्नता काष्ठ की जाति, काष्ठ में जल की मात्रा, काष्ठ में सेल्यूलोस और लिग्निन के अनुपात, कार्वनोकरण के ताप, भट्टी या भमके की बनावट, कोयला झोंकने वाले व्यक्ति पर निर्भर करती है। अतः यह कहना सम्भव नहीं है कि किस काष्ठ से कितना कोयला बनेगा।

सबसे पहले कोयला बनाने का पात्र लोहे का एक बन्द सिलिण्डर होता था। वह भट्ठे में रखा जाता था। सिलिण्डर के चारों ओर भट्ठे की तप्त गैसों बहती थी। सिलिण्डर के निकास मार्ग से एक संघनित्र जुड़ा हुआ रहता था। कठोर काष्ठ के धीरे धीरे कुन्दे (billets) से सिलिण्डर भर दिया जाता था। यदि सिलिण्डर पहले से गरम हो, तो आसवन तुरन्त शुरू हो जाता है। संघनित्र में आमुत आसवन होकर बनता और वह बाहर निकलता है और उसके साथ-साथ अल्प मात्रा में असंघनीय गैसों भी निकलती हैं। पहले गैसों में अधिकांश वायु रहती है जो काष्ठ और भमके से निकलती है। प्रारम्भ से ही अल्प मात्रा में ऐसिटिक अम्ल निकलता है। अलकतरा प्रारम्भ में नहीं बनता। जैसे-जैसे समय बढ़ता जाता है, असंघनीय गैसों, ऐसिटिक अम्ल और अलकतरे की मात्रा बढ़ती जाती है। पहले कार्बन मनाॅक्साइड और कार्बन डाइ-आक्साइड निकलते हैं, पीछे उनके स्थान को हाइड्रोकार्बन और हाइड्रोजन ले लेते हैं। १० से १२ घण्टों में आमुत का निकलना बन्द हो जाता है। गैसों का निकलना भी अब बहुत कम हो जाता है। भमके की ग्रीवा अब ठंडी हो जाती है। इससे पता लगता है कि आसवन की प्रिया का अन्त हो गया है।

अब आंच को हटाकर भमके का द्वार खोल देते हैं। इसमें कोयला जल उठता है। भमके में कोयले को समीप के लोहे के बक्से में शीघ्रता से ढाल देते हैं। वक्सा को फिर धीरे-धीरे बन्द कर ठंडा होने को छोड़ देते हैं। भमके में फिर ओर लकड़ी ढाल कर आसवन को फिर चलाते हैं।

काष्ठ के आसवन से निम्नलिखित उत्पाद प्राप्त होते हैं—

१. काष्ठ-गैस

२. काष्ठासुत अम्ल

३. काष्ठ-अलकतरा। यह काष्ठासुत अम्ल में भी कुछ घुला हुआ और कुछ लटका हुआ रहता है

४. काष्ठ-कोयला

संकुल काष्ठ से इन उत्पादों के अतिरिक्त कुछ तारपीन भी प्राप्त होता है। किस काष्ठ से कितने विभिन्न उत्पाद प्राप्त होते हैं उनका अनुमान निम्नलिखित आँकड़ों से लगाया जा सकता है।

काष्ठ जाति	कोयला		घुने का एसि-टेट ८०%		अपरिष्कृत काष्ठ-नैपया		अलकतरा		तारपीन तेल	
	मह-त्तम	अल्प-तम	मह-त्तम	अल्प-तम	मह-त्तम	अल्प-तम	मह-त्तम	अल्प-तम	मह-त्तम	अल्प-तम
यूरोपीय बीच	३३	२८	१०.५	८	२.५	१.७	६	५	—	—
अमेरिकी मैपल (कुट्टिमदार)	३५	—	८	—	२	—	७	—	—	—
अमेरिकी चीड़	३३	२८	२.५	२.३	०.४२	०.२८	२०	—	८	—
यूरोपीय रजत-फर-तालिका पत्र	३६	३३	३.६	३.०	०.८	०.६	१२	६	५	०.४
काष्ठ-धूलि (कोमल काष्ठ)	३३	—	३	—	०.६	—	१०	—	—	—
स्पेन की जैतून की गुठली	३५	—	४	—	१.२	—	४	—	—	—

काष्ठ-गैस

काष्ठ-गैस में असंघनीय गैसें रहती हैं। ऐसी गैस का संघटन फिशर (Fisher) ने इस प्रकार दिया है—

कार्बन डाइ-आक्साइड	५९.०	प्रतिशत आयतन में
कार्बन मनाॅक्साइड	३३.०	"
मिथेन	३.५	"
हाइड्रोजन	३.०	"
काष्ठासुत अम्ल का वाष्प	१.५	"
आदि		

बंजु (bak) के २० घंटे के आसवन से प्राप्त काष्ठ-गैस में निम्नलिखित गैस पायी गयी हैं।

कार्बन डाइ-आक्साइड	३५.५	प्रतिशत आयतन में
आक्सीजन	०.५	"
कार्बन मनाक्साइड	४७.५	"
हाइड्रो-कार्बन और हाइड्रोजन	१६.५	"

काष्ठ-गैस के साथ-साथ कुछ संचनीय वाष्प भी निकल जाते हैं। इन्हें रोक रखने के लिए संचनित्र अधिक दक्ष रहना चाहिये और काष्ठ-गैस की मात्रा भी कम रखनी चाहिये। आसवन के ताप के नीचा रखने और वायु-प्रवेश के कम रखने से गैस की मात्रा कम की जा सकती है।

काष्ठ-गैस का कलरी-मान

फिस्तर ने कोयला-गैस का जो संचन दिया है उसकी एक घनमीटर गैस के १५° ताप और एक वायु मण्डल के दबाव पर कलरी-मान १३१२.८ किलो-कलरी है। एक घनमीटर गैस का भार १.५३० किलोग्राम और गैस का विशिष्ट भार १.२४४ होता है। बाहिनी (flue) गैस में काष्ठ-गैस का प्रायः २१ प्रतिशत कलरी-मान मष्ट हो जाता है। अतः एक घनमीटर गैस से केवल ९३५ किलो-कलरी ही प्राप्त होती है। १०० किलो-ग्राम काष्ठ से २० से २५ किलोग्राम गैस प्राप्त होती है जो १५ घनमीटर के समतुल्य है। अतः १५ घनमीटर गैस का कलरी-मान १४.०२५ किलो-कलरी होता है। एक किलोग्राम पत्थर के अच्छे कोयले से ५००० किलो-कलरी प्राप्त होती है। अतः १०० किलो-ग्राम से प्राप्त काष्ठ-गैस का ईंधनमान $\frac{१४.०२५}{५०००} = २.८$ किलोग्राम पत्थर के कोयले के बराबर है। यदि दहन के पूर्व काष्ठ-गैस को गरम कर लें तो ऐसी गैस का कलरी-मान बहुत कुछ बढ़ाया जा सकता है। उस दशा में १०० किलो-ग्राम काष्ठ से प्राप्त काष्ठ-गैस कलरी-मान ३.८ किलो-ग्राम पत्थर के कोयले से कुछ अधिक होता है।

काष्ठ-गैस ईंधन के लिए अच्छी होती है। यह इंजन में जलायी जा सकती है। पर इंजन में जलाने के लिए इससे अम्ल वाष्पों को पूर्णतया निकाल डालना आवश्यक है। पानी से गैस को धोकर अम्ल-वाष्पों को निकाल डालते हैं। फिर गैस को सुखा लेते हैं। १०० किलो-ग्राम काष्ठ से इतनी काष्ठ-गैस बनती है जो कोयले के लगभग ३ किलो-ग्राम के बराबर होती है। इस गैस से प्रति घण्टा ४.७६ अश्व बल प्राप्त

हो सकता है जो कोयले के लगभग १० किलो-ग्राम के बराबर होता है। इस प्रकार १०० किलोग्राम काष्ठ से लगभग ३ किलो ग्राम कोयले की वचत हो सकती है।

काष्ठासुत अम्ल

काष्ठ के भंजक आसवन में एक भूरा द्रव प्राप्त होता है। इसकी गंध विशिष्ट होती है। इसमें कुछ अलकतरा मिला रहता है। अलकतरा भारी होने के कारण बहुत कुछ नीचे बैठ जाता है। शकुल वृक्षों अथवा कुछ अन्य वृक्षों से भी जो अलकतरा प्राप्त होता है वह काष्ठासुत अम्ल से हल्का होता है क्योंकि इसमें कुछ हल्के तेल रहते हैं।

काष्ठासुत अम्ल में ८० से ९० प्रतिशत पानी रहता है। पानी की मात्रा काष्ठ की प्रकृति पर निर्भर करती है। शेष २० से १० प्रतिशत भाग में अनेक कार्बनिक यौगिक रहते हैं। इनमें निम्नलिखित यौगिकों की पहचान निश्चित रूप से हुई है—

फार्मिक अम्ल	फरफ्यूरल
ऐसिटिक अम्ल	मेथिल फरफ्यूरल
प्रोपियोनिक अम्ल	ऐसिटोन
ब्यूटिरिक अम्ल	मेथिल-एथिल कीटोन
वालेरिक अम्ल	एथिल-प्रोपिल कीटोन
कैप्रोयिक अम्ल	डाइमेथिल ऐसिटल
क्रोटोनिक अम्ल	मेथिलल
अंजेलिक अम्ल	बलेरो-लैक्टोन
पाइरोम्युसिक अम्ल	मेथिल ऐसिटेट
मेथिल अल्कोहल	पाइरो कैटिचोल
ऐलिल अल्कोहल	अमोनिया
ऐसिटल्डीहाइड	मेथिलएमाइन

काष्ठ के अलकतरे में निम्नलिखित पदार्थ पाये गये हैं :—

बेंजीन	रीटोन
जाइलीन	आइसीन
क्वामीन	टरपीन (शंकुल वृक्षों से)
साइमीन	<u>क्रिओसीट</u>

इनके अतिरिक्त कुछ और कार्वनिक पदार्थ भी बहुत ही अल्प मात्रा में पाये गये हैं। जिन यौगिकों के नीचे लकीरें दी हुई हैं वे ही यौगिक व्यवसाय की दृष्टि से महत्व के हैं। काष्ठामृत अम्ल से ही मेथिल अल्कोहल, ऐसिटिक अम्ल, ऐमिटोन और क्रियो-सोट प्राप्त होते हैं। इन विभिन्न अवयवों की आपेक्षिक मात्रा बहुत कुछ काष्ठ की जाति, काष्ठ की जल-मात्रा, आसवन के ताप और आसवन की गति पर निर्भर करती है। १०० किलो-ग्राम काष्ठामृत अम्ल से विभिन्न अवयव इस प्रकार प्राप्त होते हैं—

	वायुशुष्क वंजुकाष्ठ से प्राप्त काष्ठामृत अम्ल में	वायुशुष्क शंकुकाष्ठ से प्राप्त काष्ठामृत अम्ल में
जल	८१ किलोग्राम	९१ किलोग्राम
काष्ठ-नैपया	३ "	१.५ "
ऐसिटिक अम्ल और उसी श्रेणी के अन्य अम्ल	७.९ "	३.५ "
अमोनिया और अमोनो-क्षार	लेश	लेश
घुला हुआ अलकतरा	७ " के लगभग	४ " के लगभग

पानी की मात्रा बहुत अधिक रहने के कारण काष्ठामृत अम्ल को दूर भेजना सम्भव नहीं है। स्वयं काष्ठामृत अम्ल का कोई उपयोग नहीं है। इसमें ऐसिटिक अम्ल, ऐमिटोन और काष्ठ-नैपया काम की चीजें हैं। इनसे ही शुद्ध ऐसिटिक अम्ल, ऐमिटोन और मेथिल अल्कोहल प्राप्त होते हैं। इन अवयवों के पृथक्करण में प्रभाजक आसवन का सहारा लेना पड़ता है। ऐसिटिक अम्ल (ववयवनांक ११८° से० और जल ववयवनांक १००° से०) के ववयवनांक सन्निकट होने के कारण आसवन से उनका पृथक्करण सरल नहीं है। साधारणतया ऐसिटिक अम्ल को कैल्सियम ऐसिटेट और फिर सोडियम ऐसिटेट में परिणत कर पृथक् करते हैं। काष्ठामृत अम्ल में अलकतरा के रहने से अवयवों का पृथक्करण बहुत कुछ पेचीला हो जाता है।

काष्ठ-अलकतरा

अधिकांश काष्ठों से प्राप्त अलकतरा काष्ठामृत अम्ल से भारी होता है और नीचे बैठ जाता है। कोमल काष्ठों से प्राप्त अलकतरा हल्का होता है। ऐसे अलकतरा में हल्के तेल घुले रहते हैं। जो अलकतरा नीचे बैठ जाता है उसे संनिविष्ट (settled) अलकतरा कहते हैं। जो अलकतरा काष्ठामृत अम्ल के आसवन में प्राप्त होता है उसे अवशिष्ट अलकतरा कहते हैं।

कठोर काष्ठ से प्राप्त अलकतरा भूरा से लेकर पूरा काले रंग का होता है। मृदु काष्ठ का अलकतरा सुनहरा पीले रंग का होता है। काला अलकतरा सस्ता होता है, सुनहरे रंग का महंगा होता है। जहाजों, बिजली के तारों, रस्सों आदि के लेपने में अलकतरा प्रयुक्त होता है। कठोर काष्ठ का अलकतरा चिकना होता है और कोमल काष्ठ का अलकतरा चिपचिपा होता है।

कठोर काष्ठ के अलकतरे में ऐसिटिक अम्ल, मेथिल अल्कोहल, मेथिल-ऐसिटेट और ऐसिटोन रहते हैं। अलकतरे में कुछ गुरु या भारी तेल भी रहता है। इसका प्रमुख अवयव त्रिओसोट और अन्य फीनोल हैं। इनके अतिरिक्त अलकतरे में कुछ मोम, हाइड्रो-कार्बन और पिच रहते हैं। कठोर काष्ठ से प्राप्त संनिविष्ट अलकतरे का संघटन इस प्रकार का है—

अलकतरा का विशिष्ट भार १५° से० पर	१°०८ प्रतिशत
ऐसिटिक अम्ल	२°०० "
काष्ठ-नफथा	०°७० "
जल	१७°७० "
हल्का तेल (वि० भा० ०°९७)	४°९५ "
गुरु तेल (वि० भा० १°०४३)	१०°०५ "
पिच	६२°०० "
गैस	२°३५ "

इनमें ऐसिटिक अम्ल, काष्ठ-नफथा और पिच ही काम के हैं। पिच ईंधन के लिए इस्तेमाल होता है। गुरु तेल के त्रिओसोट का उपयोग कुमिनाइक के रूप में काष्ठ के संरक्षण और औषधियों में होता है।

धुला हुआ या अवशिष्ट अलकतरा—

देखने में यह संनिविष्ट अलकतरा-सा ही होता है पर संघटन में विलकुल भिन्न होता है। सम्भवतः काष्ठासुत अम्ल में एल्डीहाइड और फीनोल के कारण पुरुभाजन और संघनन क्रियाओं से यह बनता है। इस अलकतरे में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

	प्रतिशत	प्रतिशत
ऐसिटिक अम्ल	८°१६	८°२५
जल	३१°८४	३१°७५
भगुर कठोर पिच	६०°००	६०°००

इसमें हल्के और गुरु तेल नहीं होते। इससे ऐसिटिक अम्ल का पृथक्करण हो

सकता है पर साधारणतया ऐसा नहीं किया जाता, संनिविष्ट अलकतरे के साथ ही यह मिश्र दिया जाता है।

कोमल काष्ठ-अलकतरा

कोमल काष्ठ से जो अलकतरा प्राप्त होता है उसमें सेल्यूलोस और लिग्निन के आसवन-उत्पादों के अतिरिक्त तारपीन और रेजिन के आसवन से प्राप्त उत्पाद भी प्राप्त होते हैं। इसमें तारपीन और रेजिन के तेल रहते हैं। यह पेस्ट के निर्माण में प्रयुक्त होता है। इसका विशिष्ट भार काष्ठासुत अम्ल के विशिष्ट भार से कम होता है।

काष्ठ-कोयला

बनेक स्थानों में केवल कोयले की प्राप्ति के लिए ही लकड़ी जलायी जाती है। वहां वायुशून्य पात्र में लकड़ी को सपाकर कोयला बनाते हैं। वहां उपजातों के संग्रह का प्रयत्न नहीं होता। कुछ स्थानों में उपजातों के संग्रह की भी चेष्टाएं होती हैं।

कोयले का उपयोग प्रयान्तया ईंधन के रूप में होता है। घरेलू चूल्हों में, पाव-रोटी के चूल्हों में, लोहे के निर्माण की मट्टियों में, कपड़े पर लोहा करने के पात्रों के गरम करने में, लोहारों की लोहसाइयों में, सोनारों और ठठेरों की दुकानों में लकड़ी का कोयला लगता है। चांदी, तांबे और जस्ते के गलाने में लकड़ी का कोयला इस्तेमाल होता है। अन्य कई उद्योगों में भी यह कोयला लगता है। धूमहीन अथवा ज्वाला हीन आग के लिए यह कोयला उत्तम है। बारूद में यह कोयला लगता है। कांच के निर्माण में कोयला लगता है। पदार्थों से रंगों और अपद्रव्यों के निकालने में यह काम आता है। इसकी इष्टका भी बनती है जो जलावन में इस्तेमाल हो सकती है।

काष्ठ की बनावट और रूप बहुत कुछ कोयले में रह जाता है। उसके छिलका, वापिक वलय और तन्तुमय बनावट भी बहुत कुछ कोयले में रह जाती है।

काष्ठ-कोयले के गुण

कोयले का रंग काला होता है। यह कुछ चमकता है। इसमें कुछ नीली आभा स्पष्ट देख पड़ती है। कठोर तल पर मारने से धातु-सा शब्द होता है। इसमें कोई गंध अथवा स्वाद नहीं होता। अच्छा कोयला आग लगाने से जल्द जल उठता है। इसके जलाने में धुआं या ज्वाला नहीं होती। कोयला सछिद्र होता है। इसकी सछिद्रता काष्ठ की प्रकृति पर निर्भर करती है। कुछ कोयले सघन होते हैं और कुछ आसानी से चूर्ण होने वाले। सघन और संकरे वापिक वलय से सघन कोयले बनते और सछिद्र

काष्ठ से चूर-चूर होने वाले कोयले बनते हैं। कोयले में न्यूनाधिक दरारें भी रहती हैं। जड़ के कोयले में छेद और दरारें न्यूनतम रहती हैं।

कोयला साधारणतया पानी पर तैरता है। पर वास्तव में यह पानी से भारी होता है। छेदों में गैसों और वाष्पों के अधिशोषित होने से यह हलका हो जाता है। कोयलाकरण के बाद कोयले को वायु में ठंडा कर सकते हैं अथवा वायु-शून्य पात्रों में ठंडा कर सकते हैं। कोयले के ठंडा करने से कोयले का भार बढ़ जाता है। भार का बढ़ना कोयले की प्रकृति पर निर्भर करता है। कुछ समय के बाद भार की वृद्धि रफ जाती है। साधारणतया ऐसा तीन सप्ताह के बाद होता है। इतने समय में साम्य स्थापित हो जाता है। साधारणतया यह वृद्धि ८ प्रतिशत के लगभग होती है। इसके आगे की वृद्धि तो केवल तीन दिनों में ही हो जाती है। कोयले के रखने पर उसका ३ से ६ प्रतिशत अंश 'चूरे' में चला जा कर नष्ट हो जाता है।

उत्कृष्ट कोटि के कोयले के लिए कोयलाकरण ३७०° से० पर होना चाहिये। इससे कम ताप पर का बना कोयला कुछ लाल रंग का होता है। इसे ब्रैण्ड्स "brands" कहते हैं। कभी-कभी काष्ठ में जल की कमी से भी उत्कृष्ट कोटि के कोयले का रंग लाल होता है।

काष्ठ से कोयला प्राप्त करने की मात्रा बहुत कुछ आसवन की गति पर निर्भर करती है। गति के ऊँची होने से कोयले की मात्रा कम प्राप्त होती है। धीरे-धीरे कोयला बनाने से उत्कृष्ट कोटि का कोयला बनता है। कोयला कहां ठंडा होता है इस पर भी कोयले की मात्रा निर्भर करती है। बन्द भ्रमके में ठंडा करने से हाइड्रोकार्बन के अधिशोषण से कोयले की मात्रा अधिक प्राप्त होती है।

कोयले की माप या तो भार से होती है अथवा आयतन से। साधारणतया कोयला तौल कर बेचा जाता है। इससे भार में कोयले की मात्रा का उल्लेख सुविधाजनक होता है पर अनेक देशों में कोयले की बिक्री आयतन से भी होती है। भिन्न-भिन्न किस्म के काष्ठों से और काष्ठों के विभिन्न अंशों से कोयले की मात्रा आयतन में ४६ से ७८ प्रतिशत प्राप्त होती है। एक घन मीटर कोयले का भार १०६ से १९० किलो-ग्राम होता है।

उद्योग-धन्धों के लिए कोयले के चुनाव में निम्नलिखित गुणों पर विचार करना पड़ता है—

१. संपीडन सामर्थ्य। यह कोयले के विशिष्ट भार पर निर्भर करता है।
२. जलाने में सरलता।
३. कलरी-मान। यह कार्बन की मात्रा पर निर्भर करता है।

४. बिना ज्वाला, धुआं और चिनगारी उत्पन्न किये जलने में सहूलियत।
कोयले में कार्बन तीन रूपों में रहता है—

१. ठोस कार्बन

२. वाष्पशील कार्बन, और

३. अधिशोषित हाइड्रोकार्बन का कार्बन।

वाष्पशील कार्बन रहित कोयले का निर्माण सम्भव नहीं है। वाष्पशील कार्बन की मात्रा कम की जा सकती है, पर पूर्णतया दूर नहीं की जा सकती। ठोस कार्बन भी तात्त्विक कार्बन के रूप में नहीं रहता। यह भी हाइड्रोकार्बन के रूप में ही रहता है।

छठा अध्याय

कोयला बनाने के उपकरण

लकड़ी के कोयला बनाने में पहली आवश्यकता पात्रों की है जिनमें लकड़ी गरम की जाती है। यह पात्र ईंटों का बना भ्राष्ट्र अथवा इस्पात के बने बड़े-बड़े भभके अथवा ईंटों और इस्पात के बने भ्राष्ट्र हो सकते हैं।

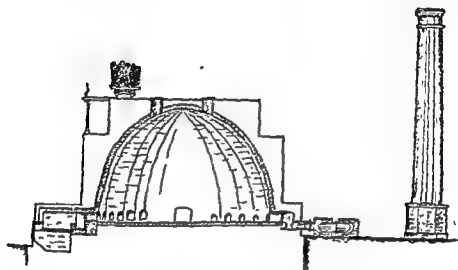
केवल ईंटों के बने भ्राष्ट्र में दोष यह है कि ऐसा भ्राष्ट्र फट सकता है और उसमें दरारें पड़ सकती हैं। यदि कार्वनीकरण का उद्देश्य केवल कोयला बनाना है तो भ्राष्ट्रों के फटने और दरारों के पड़ने से विशेष हानि नहीं पर यदि उसका उद्देश्य वाष्पशील अंश का संग्रह भी है तो दरारों से वाष्पशील अंश बहुत कुछ निकलकर नष्ट हो सकता है। ईंटों के भ्राष्ट्र सस्ते पड़ते हैं। पर ऐसे भ्राष्ट्रों से लकड़ी के गरम करने में दीवारों के द्वारा ऊष्मा नहीं पहुँचायी जा सकती। दरारों से वाष्पशील अंशों के निकल जाने से रोकने या कम करने के लिए चूपण का प्रबन्ध किया जा सकता है पर इस दशा में दरारों से वायु भी प्रविष्ट कर सकती है। इन दोषों के कारण ईंटों के बने भ्राष्ट्रों का उपयोग अच्छा नहीं समझा जाता पर सस्ते होने के कारण अब भी उनका उपयोग होता है।

एक ईंट के बने भट्ठे का चित्र आगे दिया हुआ है। स्वार्टेज भट्ठा भी इसी प्रकार का है।

आज इस्पात के बने पात्र ही कोयला बनाने में प्रयुक्त होते हैं। ये पात्र अच्छे समझे जाते हैं यदि इनकी पट्टी अच्छे किस्म के इस्पात की बनी हो। ऐसे पात्र में लकड़ी का गरम होना भी एक सा होता है। साधारणतया ऐसे पात्रों का ताप ४००° से रहता चाहिये। इस्पात के पात्र यदि ठीक तरह से बने हों तो वे टिकाऊ भी होते हैं।

ऐसे पात्रों की धारिता साधारणतया १५ से ४०० घन मीटर तक की होती है। पहले-पहल अधिक धारिता के पात्र प्रयुक्त होते थे पर पीछे देखा गया कि ऐसे पात्र उतने सुविधाजनक नहीं हैं। इस कारण आज कम धारिता के पात्र ही प्रयुक्त होते हैं। यदि पात्र एक नियत सीमा से अधिक व्यास के हों तो ऊष्मा के संचारण (transmission) में अधिक समय लगता है और कार्वनीकरण का समय बढ़ जाता है।

साधारणतया पात्रों के पेंदे में उष्ण गैसों प्रविष्ट कर ऊपर उठती हैं और ऊपर से फिर नीचे आकर पेंदे से ही निकास मार्ग द्वारा बाहर निकलती हैं। इस प्रवन्ध से उष्ण गैसों का बहुत अधिक अंश गरम करने के काम में आ जाता है। ऐसे प्रवन्ध में बड़ी-बड़ी धारिता के पात्र भी प्रयुक्त हो सकते हैं। ऐसे पात्र क्षैतिज हो सकते हैं अथवा ऊर्ध्वाधार।



चित्र ५—ईंटों का बना लण्डाकार अमेरिकी भट्ठा

यह अमेरिकी भट्ठा है। ईंटों का ही बना होता है जो आधे गण्डे के आकार का होता है। भट्ठे की लम्बाई चौड़ाई से दुगुनी होती है। पेंदे में आग सुलगाने का चूल्हा होता है। शिखर से दहन की गैसों निकलकर संघनित्र में जाती हैं। भट्ठे से बाहर निकलते ही बलकतरा संघनित कर बहा लिया जाता है। असंघनीय गैसों चिमनी से निकलकर जलाने के काम में आती हैं। चिमनी में जो संचाय होता है उसी से भट्ठे में वायु का प्रवेश होता है।

इस्पात के क्षैतिज भमके सब से छोटे १ मीटर व्यास और ३ मीटर लम्बाई के होते हैं। ऐसे भमके में १.५ घन मीटर लकड़ी अंठती है। इस प्रकार के अधिक धारिता के भमके भी हो सकते हैं। मेयर-भमके क्षैतिज होते हैं। मेयर-भमके में जलाने के लिए लकड़ी का चभी में भरते हैं। प्रत्येक चभी में प्रायः ७.५ घन मीटर लकड़ी रखी जा सकती है। ऐसी चार चभियाँ भमके में अंठती हैं। भमके की धारिता

२५ से ५० घन मीटर की होती है। संदाम (केविल) के द्वारा रेलमार्ग से चकियां भभके में प्रविष्ट करती हैं। चकियों को भभके में रखकर दरवाजे को बन्द कर देते हैं। तब भभके को गरम करते हैं। अन्य भभके से निकली असंघनीय गैसों को जला



चित्र ६—मेयर का क्षैतिज भभकेवाला भट्ठा

कर भभके को गरम करते हैं। यह आवश्यक है कि भभका एक सा गरम हो। कोयला बन जाने पर चक्री को भभके से निकाल कर ठंडा कर कोयले को निकाल लेते हैं।

आसवन में कितना समय लगता है यह काठ में जल की मात्रा, गरम करने की भट्ठी की प्रकृति और भट्ठी जलाने की रीति पर निर्भर करता है। सामान्यतः इसमें बीस दिन का समय लगता है। ३०० घन फुट लकड़ी का कोयला एक बार में बनता है।

भभके ऊर्ध्वाधार भी हो सकते हैं। स्वीडन का 'कार्बो-चूल्हा' (carbo-oven) ऐसा ही ऊर्ध्वाधार भभका है, जिसका वर्णन आगे दिया गया है। ऐसे भभके में ४०० घन मीटर से अधिक लकड़ी अट सकती है। प्रायः साधारणतया इन दोनों धारिता के बीच के होते हैं।

फ्रांस किस्म के ऊर्ध्वाधार भभके ५ घन मीटर धारिता के और क्षैतिज भभके २५ से ५० घन मीटर धारिता के होते हैं।

(क)	१५ घन-मीटर	धारिता के छोटे-छोटे क्षैतिज भभके में	कोयला निकालने में	१२-१६ घंटे लगते हैं	
(ख)	४	ऊर्ध्वाधार भभके में		१२-१६	॥
(ग)	३०	क्षैतिज भभके में		२०	॥
(घ)	३००	ऊर्ध्वाधार भभके में		३८०	॥
(च)	३००	अमेरिकी भट्ठे में		४५०	॥

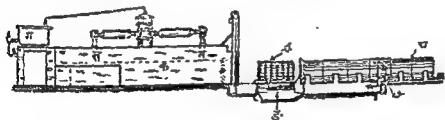
इस प्रकार प्रतिदिन—२४ घंटे में

(क)	में	२.५७ घनमीटर	} लकड़ी का कोयला बनता है।
(ख)	में	६.८५ "	
(ग)	में	३६ "	
(घ)	में	१९ "	
(च)	में	१६ "	

छोटे-छोटे भभकों में हाथों से लकड़ी डाली जाती है। बड़े-बड़े भभकों में यंत्रों से, पहियेवाली चक्री से, लकड़ी डाली और यंत्रों से ही निकाल कर लोहे के बन्द बक्सों में कोयला ठंडा किया जाता है। यदि भभके में ही कोयला ठंडा किया जाय तो उत्तम कोटि का सघन कोयला प्राप्त होता है। चक्री (car) में ही कोयला बनाना अच्छा समझा जाता है।

कार्बनीकरण के पात्रों को कैसे गरम किया जाय, यह प्रश्न महत्त्व का है। गरम करने के दो क्रम हैं। पहले क्रम में लकड़ी प्रायः २८०° से० तक और दूसरे क्रम में प्रायः ४००° से० तक गरम की जाती है। २८०° से० के बाद बाहर से ऊष्मा प्रदान करने की आवश्यकता नहीं पड़ती। आरम्भ-कार्बनीकरण से ही ऊष्मा उत्पन्न होकर ताप को बढ़ाती है। ऊष्मा प्रदान करने की तीन रीतियाँ बरती जाती हैं—

(१) कोयलाकरण उपकरण में वायु प्रविष्ट करायी जाती है ताकि आग लगा देने पर लकड़ी का कुछ अंश जलकर ऊष्मा प्रदान करे।



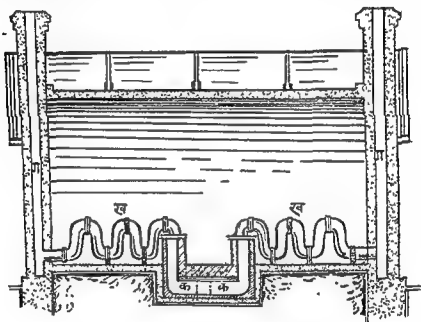
चित्र ७—एक दूसरे प्रकार का क्षैतिज भभकेवाला भट्ठा

[यह एक दूसरे किस्म का क्षैतिज भभका है। कक्ष 'क' में लकड़ी रखी जाती है। 'ख' मार्ग से दहन उत्पाद बाहर निकलते हैं और अलकतरा संघनित हो 'ग' में इकट्ठा होता है और समय-समय पर निकाल लिया जाता है। 'घ' एक चक्री है जिसके द्वारा लकड़ी भट्ठे में 'ङ' रेलमार्ग से लायी जाती है।]

(२) कोयलाकरण उपकरण के बाहर आप्ट में उष्ण गैसों बनाकर उपकरण में लायी जाती हैं। ऐसी गैसों में आक्सिजन कम रहता है। उष्ण गैसों लकड़ी के समर्थ में आकर उसे गरम करती है।

(३) भ्राष्ट्र की तप्त गैसों घात्विक तल के संसर्ग में आकर तल को गरम करती और उससे लकड़ी गरम होती है।

तप्त गैसों कुछ तो कार्बनीकरण की असघनीय गैसों के जलाने से प्राप्त होती हैं और शेष सूखी लकड़ी अथवा कोयले के जलाने से प्राप्त होती हैं। यदि सूखी लकड़ी का उपयोग हो तो जितनी लकड़ी का कोयला बनता है उसकी १६ प्रतिशत लकड़ी इसमें खर्च होती है। भट्ठे में वायु के प्रवेश से ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-नैपया की प्रायः ५० प्रतिशत मात्रा तक हानि हो सकती है।



चित्र ८—स्वीडीश कार्बो-नल चूल्हा

[यह चूल्हा भी डंटों का बना होता है। कक्ष में नल रहता है। इसी नल में लकड़ी गरम की जाती है। नल सैतिज और ढालवे लोहे का बना होता है। नल पेंचों से कसे रहते हैं। नल के छोर नति (bend) से जुटे रहते हैं। चित्र में 'क', 'क' चूल्हा है, 'ख', 'ख' निकास-नलियाँ हैं, 'ग', 'ग', मार्गों से गैसों निकलती हैं। ऐसा चूल्हा स्वीडन और फिनलैण्ड में प्रयुक्त होता है। पदे से गैसों प्रविष्ट कर कक्ष को गरम करती हैं। वाहिनी से दहन के उत्पाद बाहर निकलते हैं।]

अमेरिकी भट्ठे अच्छे समझे जाते हैं। ये मधुकोप से होते हैं। इनमें ३०० से

४०० घन मीटर लकड़ी अंठती है। ऐसे ७० से ८० भट्टे एक संघनित्र से जोड़े जा सकते हैं। रेचक पम्पों (Exhaustors) द्वारा गैस संघनित्र में खींची जाती है।

बाहर से उष्ण गैसों के प्रदान के लिए एक या एक से अधिक भ्राष्ट्र बने होते हैं। इनमें लकड़ी, लकड़ी के चुरादे, लिग्नाइट, अलकतरा आदि सुविधानुसार जल सकते हैं। किसी धातु के तलों द्वारा परीक्ष रीति से भ्राष्ट्र गैसों के द्वारा गरम करना अच्छा होता है। भ्राष्ट्र गैसों किसी ठोस, द्रव अथवा गैसीय ईंधन के जलाने से प्राप्त होती है। ये गैसें धातु-तलों को ऊष्मा प्रदान करती हैं और यह ऊष्मा तब लकड़ी के पास पहुँच कर उसे गरम करती है। भभके को सीधे भी गरम कर सकते हैं।

काष्ठ के बीच में लोहे की नलियाँ रह सकती हैं और इन नलियों के अन्दर से भ्राष्ट्र गैसें पारित होती हैं। यह रीति ईंटों की बनी भट्टियों के लिए अच्छी समझी जाती है। कार्बो-चूल्हों में दोनों रीतियों का समावेशन है। नलियों के उपयोग से ऊष्मा का वितरण अच्छा होता है। दोष केवल यही है कि नलियों में अनेक सन्निधियाँ रहती हैं जिनके डीले होने से वायु प्रविष्ट कर आसुत की हानि कर सकती है। ४०० से० तक गरम करने से सन्निधियों के डीले होने की सम्भावना बढ़ जाती है। ऊर्ध्वाधार भभके अधिक सुविधाजनक होते हैं। शक्तिज भभके के गरम करने में छेदवाली नलियाँ अच्छी होती हैं। तप्त गैसों के ठीक-ठीक वितरण के लिए चिमनी में आवश्यक बहाव होना चाहिये। ऊँचे दबाववाले पंखों के द्वारा बहाव उत्पन्न किया जा सकता है।

आसवन उत्पाद

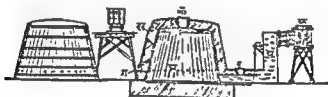
कोयला बनाने में आसवन उत्पाद का संग्रह महत्व का है। कुछ कोयलाकरण उपकरण के शिखर पर वाष्पशील अंश के निकलने का मार्ग रहता है। उपकरण में ऊष्मा पेंदे से दी जाती है। वाष्प और गैसों ऊपर उठकर शिखर के निकास-मार्ग से निकल जाती है। ऐसी गैसों और वाष्पों का ताप १००° से० के ऊपर हो रहता है। ऐसे ताप पर गैस और वाष्प अलकतरे से संतृप्त रहते हैं। यह अलकतरा वाष्प के रूप में रहता है और संघनित्र में संघनित होता है। विशेष प्रबन्ध से अलकतरा पृथक्कारकों में काष्ठासुत अम्लों के संघनित होने के पूर्व संघनित हो जाता है।

निकास-गैसों का ताप धीरे-धीरे उठता है। काष्ठ-गैसों और काष्ठ-अलकतरा के साथ-साथ काष्ठासुत अम्ल भी निकलती है। लकड़ी का और कोयले का बनना साथ-साथ होता है। उष्ण गैसों के निकलने से ऊष्मा की हानि होती है और ईंधन का संच वृद्धता है। अलकतरे के संघनन से नली के जाम हो जाने का भय रहता है।

बड़े-बड़े भभकों से वाष्पशील उत्पादों के निकास के लिए पेंदे में निकास-मार्ग रहता है। कोमल काष्ठों के लिए पेंदे का निकास-मार्ग ही अच्छा होता है। ऐसे काष्ठ से रेजिन और तारपीन के तेल प्राप्त होते हैं। पेंदे से निकली गैसों और वाष्पों का ताप प्रायः १००° से० रहता है। इससे अलकतरा अधिक संघनित होता है। जब तक लकड़ी में पर्याप्त जल रहता है काष्ठ या रेजिन का ताप बिच्छेदन ताप से ऊँचा नहीं उठता। इससे अधिकांश तेल बिच्छेदन-ताप के पहले ही वाष्पीभूत हो जाता है। इससे उत्पाद में तारपीन का तेल अपेक्षया शुद्ध होता है। रोजिन तेल और अलकतरा कम रहता है। पर कुछ समय के बाद स्थिति बदल जाती है। तारपीन का तेल अलग संघनित नहीं होता। काष्ठासुत अम्ल के साथ ही वह संघनित होता है।

सविराम उपकरण

ऐसे उपकरण में अच्छी कोटि के कोयले बनते हैं। वाष्पशील अंशों का संग्रह गौण-महत्व का होता है। ठंडे हो जाने पर इनसे कोयला निकाला जाता है। ठंडे होने में पर्याप्त समय लगता है।



चित्र ९—सविराम अमेरिकी भट्ठा

एक ऐसे भट्ठे का चित्र यहाँ दिया हुआ है। भट्ठा ईंटों का मधुमक्खी के छते के आकार का बना होता है। शिखर से लकड़ी जलायी जाती है। लकड़ी जलाकर पट्ट (क) से मिट्टी का लेप देकर बन्द कर देते हैं। इसके कुछ नीचे के मार्ग (ख) से लकड़ी डाली जाती है। भट्ठे के पेंदे के तल पर एक मार्ग (ग) होता है जिससे कोयला निकाला जाता है। 'ख' और 'ग' लोहे के पट्ट के बने होते हैं। ये पट्ट ईंटों से लोहे के एक चिपटे चक्कर द्वारा मिट्टी से लेप कर बन्द कर दिये जाते हैं। भट्ठे के चारों ओर मुराख (घ) होते हैं जिन्हें आवश्यकतानुसार ईंटों से बन्द कर सकते हैं अथवा खुला रख सकते हैं। चूल्हे के पेंदे से निकास-मार्ग (च) द्वारा गैसों और वाष्प निकलते हैं। इसमें एक वातयम (Damper) (छ) और पाशी (Trap) लगी रहती है। निकास-मार्ग वाष्पनल 'ज' से जुड़ा रहता है।

ऐसे ही भट्ठे अमेरिका में प्रयुक्त होते हैं। इनकी धारिता १८० से ३२५ घन-मीटर होती है।

रेल ट्रकों से लकड़ी को लाकर 'ख' मार्ग से भट्ठे में डालते हैं। 'क' मार्ग से लकड़ी को जलाते हैं। जब तक केवल भाप निकलता है 'क' और 'च' को खुला रखते हैं। इस समय लकड़ी सूख जाती है। ज्यों ही 'क' से निकले धुएँ में ऐसिटिक अम्ल का निकलना शुरू हो जाता है 'क' और 'च' को बन्द कर देते हैं। वातघन 'छ' को खोल देते और लकड़ी की धनी 'ज' नली से जोड़ देते हैं। 'घ' मार्ग को खुला या बन्द रखकर वायु के प्रवेश पर नियंत्रण रखते हैं। यहाँ कोयले का बनना ऊपर से शुरू होकर नीचे की ओर बढ़ता जाता है। ऐसे दस भट्ठे एक पंक्ति में काम करते हैं। इन दसों भट्ठों के आसवन-उत्पाद एक ही नली में जाते हैं। चार-चार पंक्तियों की चार-चार नलियाँ केन्द्र के एक नल में जाती हैं।

केन्द्र का यह नल फिर छोटे-छोटे नलों में बँटकर संघनित्रों में जाता है। संघ-नित्र नलाकार (Tubular) संघनित्र होते हैं। इन नलों से वाष्प पारित होता है। नलों में पानी बहता रहता है। ३०० घनमीटर के ४० भट्ठों के लिए संघनित्रों के चार क्रम होते हैं। प्रत्येक क्रम में ७ संघनित्र होते हैं जो थ्रेणियों में बंधे होते हैं। प्रत्येक क्रम के अन्तिम छोर पर एक पंखा लगा रहता है जो 'घ' मार्ग द्वारा वायु को खींचकर दहन और गन्वनीकरण के उत्पादों को संघनित्रों के द्वारा बाहर निकालते हैं।

३०० घनमीटर धारिता के भट्ठे के एक आवेद्य में, लकड़ी डालने, कोयला बनाने, ठंडा करने और कोयले के निकाल लेने में १७ से २० दिन लगते हैं। ऐसे अमेरिकी भट्ठे सबसे सस्ते पड़ते हैं।

इटों के भट्ठे

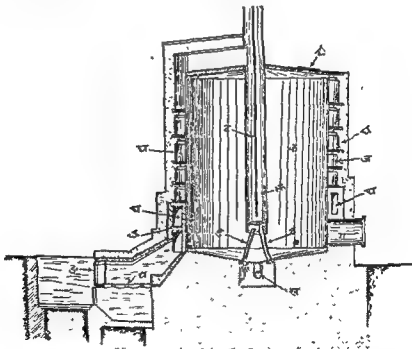
इटों के कुछ ऐसे भी भट्ठे होते हैं जिनमें बाहर से लकड़ी जलाकर ऊष्मा को रखकर भट्ठे की लकड़ी को कोयला करते हैं। ऐसी जलानेवाली लकड़ी निष्कृष्ट कोटि की होती है। ऐसे भट्ठे स्वीडन में बनते हैं। इन्हें स्वाट्ज भट्ठा (Schwartz kiln) कहते हैं। इनका उपयोग १८२० ई० से होता आ रहा है। इस भट्ठे के सिद्धान्त पर और भी अनेक भट्ठे बने हैं जिनमें कई सुधार हुए हैं। ये अर्ध अण्डाकार होते हैं। देखने में घातभट्ठी से लगते हैं।

राइन बाक भट्ठी (Renibach oven) में इटों के कक्षों में अनेक कुण्डलियाँ रहती हैं। इन्हीं कुण्डलियों में लकड़ी गरम की जाती है। ये कुण्डलियाँ टालवा लोहे

के नल की होती है। नल एक साथ बंधे हुए और ढालवा लोहे की नति (Bends) से जुटे रहते हैं।

इस्पात के वने उपकरण

इस्पात के उपकरण दो प्रकार के होते हैं। एक 'अचल' किस्म का जो एक ही स्थान पर रहता और दूसरा 'चल' किस्म का जो एक स्थान से दूसरे स्थान में हटाया जा सकता है। अचल किस्म के उपकरण के फिर दो अन्तर्विभाग हैं। एक बड़ी धारिता के संयन्त्र जिनके पेंदे में वाष्प का निकास-मार्ग रहता है और दूसरे छोटी धारिता के संयन्त्र जिनके शिखर पर वाष्प का निकास-मार्ग रहता है। एक ऐसा उपकरण 'स्वीडिश कार्बो-चूल्हा' है जिसका चित्र यहाँ दिया हुआ है।



चित्र १०—स्वीडिश ऊर्ध्वाधार कार्बो-चूल्हा

इसमें एक बड़ा इस्पात का बना कक्ष 'क' होता है। इसकी धारिता ३०० से ४०० घनमीटर की होती है। इसका पेंदा तश्तरी (शरावक) के आकार का होता है। कक्ष के मध्य में 'ख' निकास-मार्ग से आसवन के उत्पाद निकलते हैं। पेंदे के पार्श्व में 'ग' मार्ग से कोयला निकाला जाता है। सर्पिल वाहिनी 'घ' सिलिंडर के

चारों ओर धूमती और इसका नियंत्रण एक वातयाम के द्वारा होता है। कोयले के निकास-मार्ग की दूसरी ओर चूल्हे की द्वारी 'ब' होती है और उसके समीप ही 'छ' चूल्हे की झर्राही होती है जहां लकड़ी जलायी जाती है। चूल्हे से निकलकर गैसें वाहिनी 'घ' में जाकर सिलिंडर को गरम करती हैं। सिलिंडर को घेरती हुई अग्नि-जित ईंटों की दीवारें 'ज' बनी होती हैं। सिलिंडर के एक तिहाई अंश को यह घेरती हैं। सिलिंडर का दोष भाग सामान्य ईंटों की दीवारों 'झ' से घिरा रहता है। भट्ठी के मध्य में एक मोटा ऊर्ध्वाधर तापन नल 'ट' होता है। यह 'ट' नल मध्य के एक व्यवधान 'ठ' से बँटा रहता है। यह व्यवधान नीचे से बन्द रहता है पर ऊपर में दो नलियाँ लगी रहती हैं, जिनमें एक 'ड' से असंघनीय काष्ठ-गंसें निकलतीं और दूसरे 'ड' से दहन के लिए आवश्यक वायु प्रविष्ट करती है। असंघनीय गंसें के दहन से अन्दर की नली गरम की जाती है। 'त' मार्ग से लकड़ी डाली जाती है।

ऐसे कार्बो-भट्ठी की कीमत अधिक नहीं होती। स्वीडन में अनेक ऐसी भट्ठियाँ इस्तेमाल होती हैं। इसी सिद्धान्त पर अन्य कई भट्ठियाँ बनी हैं जिनमें ५ से ६ दिनों में एक बार कोयला निकाला जा सकता है।

इसी से मिलती-जुलती एक ड्रोमार्ट (Dromart) भट्ठी है जो फ्रांस में प्रयुक्त होती है। इसमें भी दस्पात के कक्ष होते हैं। इस भट्ठी में ५० घन मीटर लकड़ी एक बार अंट जाती है। यह कक्ष इस्पात के पट्ट का बना होता है। पट्टों को पेंचों से रिपिट * करते हैं ताकि जब चाहें तब अलग कर हटा सकें। भट्ठी विकिरण से गरम होती है।

अविराम उपकरण

ऐसे उपकरण में जहाँही कोयला बन जाता कोयले को लोहे के पात्रों में निकालकर पात्रों को संमुद्रित कर देते हैं ताकि उसमें वायु का प्रवेश न हो सके। उसे तब ठंडे होने को छोड़ देते हैं। अब उपकरण में ताजी लकड़ी डाल कर फिर गरम करते हैं। ऐसा उपकरण क्षैतिज ही सकता है अथवा ऊर्ध्वाधर।

क्षैतिज उपकरण

इंगलैंड, जर्मनी, आस्ट्रिया, रूस और कुछ सीमा तक अमेरिका में भी जो उपकरण प्रयुक्त होते हैं वे क्षैतिज होते हैं। उनका व्यास एक मीटर का और लम्बाई

* 'रिपिट करना' = बिसकुल न हटनेवाला जोड़ लगाना

तीन मीटर की होती है। उनमें १५ घनमीटर लकड़ी अटती है। उनमें लकड़ी को फेंक देते हैं। १२ घंटे में कोयला प्राप्त होता है।

चूँकि भभके की धारिता कम होती है इस कारण अनेक भभकों की आवश्यकता पड़ती है। इससे प्रारम्भिक खर्च बढ़ जाता है। अनेक भभकों के गरम करने में ईंधन का खर्च भी बढ़ जाता है। इस कारण अमेरिका में बड़े-बड़े भभके, ५० से ६० घन-मीटर, के प्रयुक्त होते हैं। इन भभको में आज अनेक सुधार हुए हैं जिससे अब वे अधिक टिकाऊ होते हैं। लड़कियाँ एक-साँ गरम होती हैं। आजकल चन्नी-भभके सयन्त्र (Car-retort plants) अधिक सुविधाजनक सिद्ध हुए हैं। यहाँ लकड़ी को चन्नी में भर देते हैं। एक बार भभके में चार चक्कियाँ इस्तेमाल होती हैं। तारों से इन चक्कियों को भभके में ले जाकर दरवाजे को बन्द करके भभके को गरम करते हैं। भभकों से निकली असंघनीय गैसों को जलाकर भभकों को गरम करते हैं। कितने समय में कोयला बन जायगा, यह काष्ठ में जल की मात्रा, भट्ठे के प्रकार और आग लगाने के ढंग पर निर्भर करता है। भभके से कोयले को निकालने, भभके को फिर लकड़ी से भरने और दरवाजों को बन्द करने में प्रायः ३० मिनट का समय लगता है। इन कामों के लिए चार आदमियों की जरूरत पड़ती है। चार ऐसे भभकों में १०० से १२० घनमीटर लकड़ी २४ घण्टे में कोयला बन जाती है। सारा कार्य चार आदमियों से अढ़ाई घण्टे में हो जाता है। गरम करने और क्रिया के निरीक्षण के लिए केवल एक चौकीदार की जरूरत पड़ती है। मजदूरी का खर्च यहाँ कम पड़ता है। भभके से निकली बाहिनी-गैस को लकड़ी के पूर्व-तापन के लिए प्रयुक्त करते हैं। एक दो कारखानों में धूर्णक भभके का भी उपयोग हुआ है पर इसमें पूरी सफाई मिलती है यह नहीं कहा जा सकता।

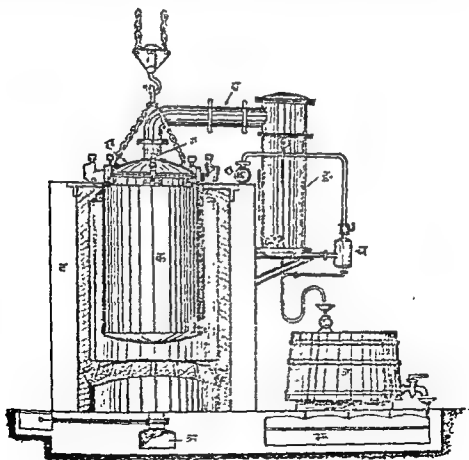
ऊर्ध्वाधार उपकरण

ऊर्ध्वाधार उपकरण दो किस्म के होते हैं। एक अचल और दूसरे चल किस्म के। अचल किस्म के उपकरण हाथों से भरे और निकाले जाते हैं। चल किस्म के उपकरण यंत्रों से भरे और निकाले जाते हैं।

अचल किस्म के ऊर्ध्वाधार भभके सरल होते हैं। ऐसे भभके के शिखर पर ढक्कन से बन्द करने और ढक्कन के हटाने का प्रबन्ध रहता है। कोयले के निकालने का पेंदे में निकास-मार्ग रहता है। भभके का निचला भाग संवत्ताकार होता है अथवा कुहनी सा टेढ़ा होता है। इन्हें 'बीक भभका' (beak retorts) कहते हैं। ये भभके रूस में इस्तेमाल होते हैं। अचल भभके ईंटों में जड़े होते हैं। भभकों में लकड़ियाँ

ढाल दी जाती है। पर लकड़ी का गट्ठर बनाकर वाँच कर भमके में ढालना अच्छा होता है।

चल किस्म के भमके, फ्रांस, बेलजियम, इटली और कुछ जर्मनी में इस्तेमाल होते हैं। एक ऐसे भमके का चित्र यहाँ दिया हुआ है। यहाँ 'क' भमका है, 'ख' डक्कन, 'ग' गैस निकास-नली, 'घ' प्रदाननली, 'ङ' संघनक, 'च' गैसपृथक्कारक, 'छ' असंपनीय गैसों का प्रनाड (main), 'ज' काष्ठासुत अम्ल का संग्रह कुराड (vat), 'ट' तारकोल का गड्ढा, 'ठ' सछिद्रचाप, 'ड' बाहिनी और 'त' ईंटों के घेरे हैं।



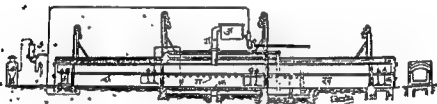
चित्र ११—ऊर्ध्वाधार घेत भमकेवाला चूहा

भमके को भट्ठी के बाहर लकड़ी में भरते, फिर बन्द करके धनों में भट्ठी में रखते हैं। प्रायः ५ फुटमीटर लकड़ी भमके में अँटती है। कोयला बन जाने पर भमके को

उठाकर ठंडे होने को रख देते हैं। ठंडे हो जाने पर, साधारणतया १२-१६ घंटे इसमें लगते हैं, ढक्कन को हटाकर कोयले को निकाल लेते हैं और भभके को फिर लकड़ी से भरकर दक (जेल) से भभके को हटाकर भट्ठी में रखते हैं।

ऊर्ध्वाधार भभका सस्ता पड़ता है। पर इसमें कुछ दोष भी हैं। बार बार हटाने और रखने से सन्धियाँ ढीली पड़ जाती हैं जिससे च्याव (leakage) हो सकता है। ताप के बार-बार परिवर्तन से ईंट की बनावट और भभके में दरारें पड़ जाती हैं। दक से उठाने में कुछ खर्च भी पड़ता है। यदि इसके लिए सस्ता जल-बल प्राप्य नहीं है तो यह खर्च नगण्य नहीं होता। प्रारम्भिक खर्च भी इसमें अधिक पड़ता है।

अविराम गति से कोयला बनाने में ग्राण्डाल (grondal) का भभका उत्ते-
खनीय है। इस भभके के प्रमुख अंग निम्नलिखित हैं—



चित्र १२—ग्राण्डाल भभका

१. ईंटों का बना बाह्य-कक्ष 'क'। यह इतना बड़ा होता है कि ३.५ मीटर लम्बा, १.५ मीटर चौड़ा और २ मीटर ऊँचा चक्री उसमें अँट सके।

२. एक दूसरा कक्ष 'ख' जो अंशतः ईंटों का और अंशतः इस्पात का बना होता है। यह ३८ मीटर लंबा, २.६ मीटर ऊँचा और १.९५ मीटर चौड़ा होता है। भट्ठे से तप्त गैसों इसमें पहले इस्पातवाले अंश में और पीछे ईंटवाले अंश में प्रविष्ट करती हैं। ये गैसों लकड़ी के संसर्ग में सीधे आती हैं। इसके बाद कोयला बननेवाला कक्ष 'ग' आता है। यह २६ मीटर लंबा और 'ख' के समान ही चौड़ा और लम्बा होता है। यह इस्पात का बना होता है। भट्ठी की गैसों यहाँ आकर लकड़ी को गरम करती हैं। यह कक्ष संधनित्र 'ज' से नल 'ग' द्वारा जुड़ा रहता है।

फिर कोयला शीतक 'घ' में आता है। यह २० मीटर लंबा और 'ग' की भाँति ही चौड़ा और ऊँचा होता है। शीतक ईंटों से बना होता है। संधनित्र 'ग' से असंघ-
नीय गैसों और 'च' से उत्पादक गैसों इसी कक्ष में आकर तब भट्ठे 'झ' में जलती हैं। ये गैसों तप्त कोयले से ऊष्मा को सींचकर कोयले को ठंडा करती हैं। 'ड' ईंटों का बना

एक कक्ष है जो शीतक के पार्श्व में स्थित है। 'च' में उत्पादक गैस बनती है। यह लकड़ी के बुरादे से बनायी जाती है। 'ज' संधनित्र में उत्पादक गैस को जल संधनी-भूत किया जाता है। कक्ष-ग' से निकली गैसों के संधनन के लिए 'ज' संधनित्र बने हुए हैं।

लकड़ी को टोकरियों अथवा चक्रियों में भरकर कक्ष 'क' में रेलों से ले जाकर डालते हैं। रखने के बाद कक्ष के दरवाजे को बन्द कर देते और सब 'क' और 'ख' के बीच के दरवाजे को खोल देते हैं। 'क' कक्ष से टोकरियाँ या चक्रियाँ 'ख' में ले जायी जाती हैं। वहाँ से फिर कक्ष 'ग' में ले जायी जाती हैं। 'ग' से फिर 'घ' में और 'घ' से 'ङ' में और अन्त में 'ङ' से बाहर निकाल ली जाती है। ज्यों ही टोकरी दरवाजे पर पहुँचती बिजली की घंटी बजती और दरवाजा खुलने और बन्द होने का संकेत मिल जाता है।

'क' में गीली लकड़ी रखी जाती है। 'ख' में लकड़ी का पूर्व-तापन होता है। वहाँ से लकड़ी 'ग' कक्ष में जाती है जहाँ कोयला बनता है। वहाँ से कोयला शीतक में जाकर ठंडा होता है। शुरु से अन्त तक सब मिलाकर १०० मीटर लंबा होता है। इस संयन्त्र में उष्मा का पूर्णरूप से उपयोग हो जाता है। एक ही संयन्त्र में अनेक कार्यों के होने से संयन्त्र कुछ पेचीला हो जाता है। यदि इनमें एक कार्य में भी कुछ रुकावट हुई तो सारा संयन्त्र निकम्मा हो जाता है और कार्य रुक जाता है। अतः देखने में तो यह विधि सरल और सुविधाजनक प्रतीत होती है पर पेचीला होने के कारण इसका उपयोग कम हुआ है।

लकड़ी के उच्छिष्ट उत्पादों का उपयोग

लकड़ी के कारखाने में इमारती लकड़ी के निकालने पर कुछ लकड़ी, छीलन, सरादन, छोटे-छोटे टुकड़े, बुरादे आदि पर्याप्त मात्रा में बच जाते हैं। इनके अतिरिक्त कुछ फलों की गुठलियाँ और फलों के कूपर भी प्राप्त होते हैं जिनका आसवन हो सकता है। इन सबके उपयोग की चेष्टाएँ हुई हैं। इनमें बुरादे की मात्रा सबसे अधिक प्राप्त होती है। जलाने के अतिरिक्त इनके अन्य उपयोग नहीं हैं। इनके भंजक आसवन (डिस्ट्रिक्टिव डिस्टिलेशन) की चेष्टाएँ हुई हैं।

बुरादे से प्राप्त कोयले का चूर्ण-चूर्ण होने के कारण, उपयोग नहीं है। इसकी इष्टका बन सकती है पर इष्टका पर्याप्त भजवूत नहीं होती। वह भी सीधे ही चूर-चूर हो जाती है, तो भी जन्दावन के लिए उसका उपयोग हो सकता है। बुरादे से चूने के ऐमिटेड और काष्ठ-नैपथा अपेक्षया अल्प मात्रा में प्राप्त होती है। कोयले काष्ठ

से चूने के ऐसिडेट और काष्ठ-नैपया और भी कम मात्रा में प्राप्त होती हैं। पर कोमल काष्ठ से तारपीन का तेल प्राप्त होता है जो अधिक कीमती और उपरोगी होता है।

बुरादे के कार्वनीकरण में विशेष कठिनताएँ हैं। बुरादा ऊष्मा का अचालक होने के कारण कोयला बनाने के पात्र बड़े-बड़े नहीं हो सकते। बुरादे से गैसीय उत्पादों का निकलना भी सरलता से नहीं होता। बुरादे से गैसों के निकलने के मार्ग रुद्ध हो जाते हैं। इस कारण बुरादे की इष्टका बनाकर कार्वनीकरण का सुझाव है और इसके प्रयत्न हुए हैं। घूर्णक भट्ठी में भी बुरादे के कार्वनीकरण की चेष्टाएँ हुई हैं। घूर्णक (रोटरी) भट्ठी उसी प्रकार की होती है जैसी सीमेन्ट के निर्माण में प्रयुक्त होती है।

इष्टका बनाकर बुरादे के कार्वनीकरण में सफलता नहीं मिली। ऐसी इष्टका टूट जाती है। यद्यपि बुरादे के कार्वनीकरण में सफलता नहीं मिली है पर अन्य कड़ी-छेंटी और खरादन-छीलन आदि का कार्वनीकरण अन्य लकड़ी की भाँति ही हो सकता है।

सातवाँ अध्याय

काष्ठ-आसवन के वाष्पशील अंश

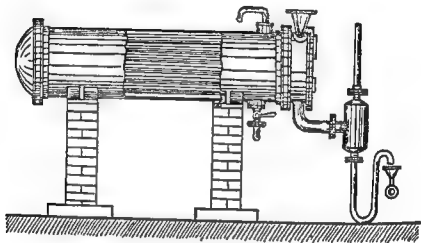
काष्ठ के आसवन से जो वाष्पशील अंश निकलते हैं उसके संचनन का प्रबन्ध रहना चाहिये। यदि संचनन के लिए वायु-संचनित्र का ही उपयोग हो तो काष्ठ के १०० किलोग्राम के प्रति घण्टा कोयला बनाने में वाष्पशील अंश के संचनन के लिए लगभग ३१ बर्ग मीटर शीतल तल की आवश्यकता पड़ेगी। यदि जल-संचनित्र का उपयोग हो तो लगभग २ बर्ग मीटर से ही काम चल जायगा। इस दृष्टि से वायु-संचनित्र निश्चय ही अधिक खर्चीला होता है। साधारणतया इसके लिए जल-संचनित्र का ही उपयोग होता है। ऊपर के संचनित्र के आंकड़े नियमित रूप से होनेवाले आसवन के लिए हैं। पर व्यवहार में ठीक ऐसा नहीं होता। कभी आसवन (डिस्टिलेशन) बड़ी तीव्रता से होता है और कभी धीरे-धीरे।

जिस मार्ग से आसवन की गैसें निकलती हैं, वह लम्बी-लम्बी नलियों से बना होता है। इन नलियों के अलकतरे से बन्द हो जाने की सम्भावना रहती है। अतः नलियों को समय-समय पर साफ करने की आवश्यकता पड़ती है।

संचनित्र नलियाँ अनेक होती हैं। भिन्न-भिन्न भ्रमकों के लिए भिन्न-भिन्न किस्म की नलियाँ प्रयुक्त होती हैं। इससे खर्च बढ़ जाता है। पर इससे कुछ सुविधाएँ भी बढ़ जाती हैं। जब संचनित्र नलियों के पंदे से गैसें निकलती हैं तब ताप कम होने से नलियों में अलकतरे बनने की सम्भावना बढ़ जाती है। ऐसी दशा में अनेक भ्रमकों के साथ एक संचनित्र नली से भी काम चल सकता है। यहाँ एक नली भ्रमकों के बीच के स्थान में स्थित रहती है।

संचनित्र के शीतल-तल साधारणतया ताँबे के ही बनते हैं। ऐसे तल पर अलकतरे का आच्छादन होता रहता है। इससे इसे बार-बार साफ करने की जरूरत पड़ती है। शीतल-तल ताँबे की नलियाँ होती हैं। इन नलियों के चारों ओर ठण्डा पानी बहाता रहता है। कभी-कभी नलियों के अन्दर पानी बहाते और बाहर गैसें बहाते हैं।

शीतल-तल की नलियाँ क्षैतिज हो सकती हैं अथवा ऊर्ध्वाधार। ये नलियाँ समानान्तर में रहती हैं। ऊपर और नीचे दोनों छोरों पर तारों के कक्ष लगे रहते हैं जिनसे गैस निकलती अथवा प्रवेश करती हैं। ये नलियाँ पानी की टंकी में डूबी रहती हैं। टंकी लोहे की हो सकती है या फिर काठ की। नलियों की लम्बाई अथवा ऊँचाई ऐसी होती है कि उनकी सफाई सुविधा से हो सके।



चित्र १३—संधनित्र की क्षैतिज नली

कुंडली (Coil) संधनित्र भी कहीं-कहीं प्रयुक्त होते हैं। ये नलियों और मोड़ों (Bends) से बने होते हैं। मोड़ों टंकियों के बाहर रहती हैं ताकि आवश्यकता पड़ने पर उन्हें हटाकर नलियों की सफाई की जा सके। चित्र में एक ऐसी ही कुंडली-संधनित्र दिया हुआ है। ऐसे अनेक संधनित्र साथ-साथ प्रयुक्त हो सकते हैं।

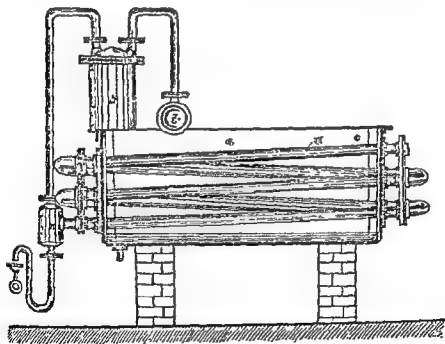


चित्र १४—संधनित्र की
ऊर्ध्वाधार नली

य सस्ते होते हैं। ये उसी दशा में अच्छे होते हैं जब अलकतरा बनने की सम्भावना कम रहती है। यदि अलकतरे बनने की सम्भावना अधिक हो तो संधनित्र और भभके के बीच तारों का एक पात्र रख देते हैं जिसमें अलकतरा इकट्ठा होता है। इससे संधनित्रों में अलकतरा बनने की सम्भावना बहुत कम हो जाता है और संधनित्रों की नलियों की बार-बार

सफाई करने की आवश्यकता नहीं रह जाती। काष्ठ-गैसों से काष्ठासृत अम्ल के पृथक् करने की अनेक युक्तियाँ बनी हैं।

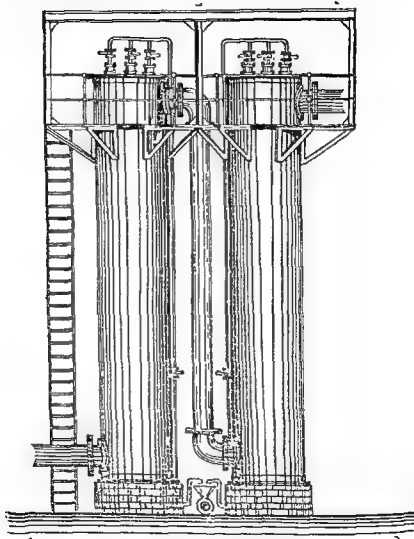
संघनित्र से निकली गैमें ऐसिटिक अम्ल और काष्ठ-नैपथा के वाष्प से संतृप्त रहती है। वाष्पों को निकाल लेना आवश्यक है, नहीं तो वे नष्ट हो जाते हैं। गैसों के पानी से धोने से वाष्प निकल जाता है। जिस उपकरण में गैसें धोयी जाती हैं उन्हें मार्जक (Scrubbers) कहते हैं। मार्जकों का उपयोग पहले-पहल कोयला-गैस के निर्माण में हुआ था। पीछे काष्ठ-गैस के निर्माण में भी होने लगा। कही एक मार्जक का और कही दो मार्जकों का उपयोग होता है। एक से अधिक होने पर उन्हें श्रेणी में अथवा समानान्तर में रख सकते हैं। मार्जकों में कोक अथवा लकड़ी के छीलन (Shavings) भरे रहते हैं। मार्जकों पर ऊपर से पानी गिरकर चारों तरफ



चित्र १५—कुण्डली संघनित्र

फँसकर नीचे की टंकी में इकट्ठा होता है। पानी एक मार्जक से दूसरे मार्जक में भी जा सकता है। जब पानी संतृप्त हो जाता तब काष्ठासृत अम्ल में मिला दिया जाता है। इसमें पर्याप्त पानी खर्च होता है। जितनी लकड़ी से कोयला बनता है उसका १० से १५ प्रतिशत पानी लगता है। ऐसिटिक अम्ल की प्राप्ति भी बढ़ जाती है।

मार्जकों से गैसें निकलकर जलने के लिए नलियों में जाती हैं। यहाँ मार्जक गैस-टंकी का भी काम करता है। भस्मको से गैसों के निकालने के लिए पंखो अथवा धौकनी



चित्र १६—गैस मार्जक

गैसों से अधिक से अधिक अलकतरा और काफ़ासुत अम्ल निकल सके उसके लिए मार्जकों का व्यवहार होता है।

का उपयोग होता है। इनके उपयोग में सावधानी की आवश्यकता होती है। इसमें सब भी पड़ता है।

अलकतरा

लकड़ी के अलकतरे दो किस्म के होते हैं। एक किस्म का अलकतरा काष्ठासुत अम्ल के नीचे बैठ जाता है। दूसरे किस्म का अलकतरा काष्ठासुत अम्ल में घुला रहता है। दोनों किस्मों के अलकतरों के संघटन में विभिन्नता रहती है।

पहले किस्म के अलकतरे का संघटन इस प्रकार रहता है —

	प्रति घात
ऐसिटिक अम्ल	२००
काष्ठ-स्फिरिट	०.६५
जल	१७.७५
लघुतेल	५.००
गुरुतेल	१०.००
कोमल पिच	६४.६०

दूसरे किस्म के अलकतरे का संघटन इस प्रकार रहता है —

	प्रति घात
ऐसिटिक अम्ल	८
जल	३२
कठोर पिच	६०

कोमल काष्ठ से प्राप्त अलकतरे में रहते हैं —

	प्रति घात
काष्ठासुत अम्ल	१२
तारपीन	३०
कोमल काष्ठ अलकतरा	५८

कठोर-काष्ठ अलकतरा

अलकतरे का आसवन करते हैं। आसवन से हाइड्रोकार्बन, कुछ फीनॉल और पिच प्राप्त होते हैं। आसवन के पात्र और संघनित ताँबे के होने हैं। १४०-१५०° में ० तक गरम करने में जो भाष निकलती है उसमें जल, काष्ठ-स्फिरिट, ऐसिटिक अम्ल और लघु तेल रहते हैं। लघु तेल की गंध बड़ी अरचिकर होती है। यह जलाने के काम में आता है। जलकर यह शक्ति उत्पन्न करता है।

यहाँ आसवन के पात्र, भ्रमके, बने ही होने हैं जैसे कोयले के अलकतरे के आसवन में प्रयुक्त होते हैं। ऐसिटिक अम्ल के रहने के कारण इस्पात के भ्रमके प्रयुक्त नहीं

हो सकते। भमके के नीचे के अंश इस्पात के और ऊपर के भाग ताँबे के होते हैं। डाल्वे लोहे के होने के कारण भमके की धारिता अधिक नहीं होती। धारिता साधारणतया ५००० लिटर से अधिक की नहीं होती। भमका बेलनाकार होता है। पेंदा पर्माण चोड़ा अवतल (Concave) होता है। बेलनाकार पात्र के पेंदे में पिच के निवास का मार्ग होता है। मार्ग ऐसा होता है कि बिना किसी स्क्वावट के पिच निकल सके। भमके का डक्कन ताँबे का होता है। डक्कन में संघनित जुड़ा रहता है। डस्किन में ही यर्नामीटर लगा रहता है। यर्नामीटर का बल्ब अलकतरे के तल के ऊपर रहना है भमके में सुरक्षा घात्व (Safety valve) होता है। इस वाल्व से ही डक्कन के समय फेंन निकलता है। भमके के निचले भाग में नल लगा हुआ रहता है जिससे आवश्यकतया डाला जाता है।

भमके को पम्प से अलकतरे से भरते हैं। अलकतरे के गड्ढे में भाप-कुंडली लग रही है। इससे अलकतरे को भमके में छाने के पूर्व गरम कर लेते हैं। गरम करने से अलकतरे की श्यानता (विस्कासिटी) घट जाती है जिससे वह सरलता से पम्प हो जाता है।

भमके को अलकतरे से भरकर गरम करते हैं। 110° से० तक अलकतरे से केवल काष्ठासुत अम्ल का आसवन होता है। फिर $250-260^{\circ}$ से० तक तेलों का आसवन होता है। आसुत को दो प्रभागों में एकत्र करते हैं। पानी से हलके 'लघुतेल' को एक साथ इकट्ठा करते और पानी से भारी 'गुस्तेल' को अलग इकट्ठा करते हैं। 260° से० ताप पहुँचते-पहुँचते आसवन को बन्द कर देते हैं। पिच की प्रकृति से पता लगता है कि आसवन को कब बन्द कर देना चाहिये। लघुतेल जलाने के काम में आता है। गुस्तेल से त्रियोसोट प्राप्त होता है। त्रियोसोट औषधियों और लकड़ी के संरक्षण में ब्यवहृत होता है।

त्रियोसोट का निर्माण

गुस्तेल को पहले पानी से धोते हैं। इससे ऐसिटिक अम्ल निकल जाता है। धोवन को काष्ठासुत में मिलाकर उससे ऐसिटिक अम्ल निकाल लेते हैं। ऐसे धोये गुस्तेल में प्रायः ५० प्रतिशत तक फीनोल रहता है। गुस्तेल को एक टंकी में पम्प करते हैं। टंकी का ऊपरी अंश बेलनाकार होता है और निचला अंश कीप के आकार का होता है। टंकी को डक्कन से बन्द कर देते और भविष्य उपकरण से मयते हैं। इससे अमिषणीय तरल पायस के रूप में बदल जाता है। इसमें फिर दुर्बल दाहक सोडा विलयन डालकर फीनोल को घुला लेते हैं। हाइड्रोकार्बन फीनोल से अलग होकर दो स्तरों में बँट जाता है और उन्हें अलग-अलग निकाल लेते हैं।

फीनोल के विलयन में भी कुछ हाइड्रोकार्बन आलम्बित रहता है। भाप के प्रवाह का हाइड्रोकार्बन को निकाल लेते हैं।

अब क्षारीय विलयन को तनु सल्फ्यूरिक अथवा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा पचार से अवक्षिप्त कर लेते हैं। कार्बन डाइ-आक्साइड के द्वारा भी फीनोल का अवक्षेपण कर सकते हैं। अम्ल डालने के समय क्षारीय विलयन को बराबर प्रक्षुब्ध करते रहते हैं। जब अवक्षेपण समाप्त हो जाता तब विलयन को नियरने के शय छोड़ देते हैं। जब अवक्षेप बैठ जाता तब ऊपर के स्वच्छ द्रव को निकाल लेते हैं।

इसी रीति से प्राप्त फीनोल शुद्ध नहीं होता। उसमें अन्य पदार्थ भी मिले रहते हैं। इनमें कुछ अवाष्पशील अंश भी होते हैं। पुनरासवन से अवाष्पशील अंश को निकाल सकते हैं। ऐसे पुनरासुत फीनोल से शुद्ध क्रियोसोट अथवा शुद्ध र्वैकोल प्राप्त करने की विधि कुछ लम्बी होती है।

इसे एक बार फिर दाहक सोडा के विलयन में घुलाकर विलयन में भाप को प्रवाहित करते और फिर उसमें कोई खनिज अम्ल डालकर विलयन को विच्छेदित करते क्रियोसोट अवक्षिप्त होता है। किराी आक्सीकारक से उपचारित कर एक बार उसका प्रभाजक आसवन करते हैं। आसवन में वैसा ही उपकरण प्रयुक्त होता जैसा अपरिष्कृत क्रियोसोट के निर्माण में प्रयुक्त होता है। आसवन-पात्र और स्न तब के होते हैं। संपन्नित्र पहले तब के होते हैं पर पीछे चांदी के इस्तेमाल में हैं।

अलकतरे के आसवन से दो ही उत्पाद प्राप्त होते हैं। एक काष्ठासुत अम्ल जिसमें ऐटिका अम्ल की मात्रा अपेक्षया अधिक रहती है और दूसरा अति भंगुर पिच। काष्ठ के द्वारा आसवन से ऐसिटिक अम्ल प्राप्त होता है।

बोमल काष्ठ से जो अलकतरा प्राप्त होता है वह उत्कृष्ट कोटि का होता है। मैं बै सय ही पदार्थ रहते हैं जो कठोर काठ के अलकतरे में रहते हैं। उनके अतिरिक्त ल काठ के अलकतरे में तारपीन के तेल और रोजिन रहते हैं। काष्ठ के भार का प्रतिशत तब अलकतरा प्राप्त होता है। तारपीन का तेल वैसे ही प्राप्त होता है जैसे पेड़ों से प्राप्त होता है। ऐसे रोजिन को 'कोलोफीन' कहते हैं। यह ऐटिका अम्ल का एनहाइड्राइड होता है।

रोजिन के तपाने से उसका भंजन होकर आसवन होता है। इससे लवुतेल, न स्पिरिट, गुस्तेल (रोजिन तेल) और अवशिष्ट अंश 'रोजिन कोर' प्राप्त होता है।

आठवाँ अध्याय

काष्ठासुत अम्ल

काष्ठ के भंजक आसवन में काष्ठासुत अम्ल बड़े महत्त्व का उत्पाद है। काष्ठासुत अम्ल के संघटन का उल्लेख पहले हो चुका है। व्यापार की दृष्टि से काष्ठासुत अम्ल के ऐसिटिक अम्ल, काष्ठ-स्फिरिट, काष्ठ-नैपथा, मेथिल अलकोहल और ऐसीटोन महत्त्व के हैं।

ऐसिटिक अम्ल के उपयोग अनेक हैं। छीट की छपाई और सूत की रंगाई में ऐसिटिक अम्ल बहुत दिनों से प्रयुक्त होता आ रहा है। रसायनतः शुद्ध पर बहुत हल्का ऐसिटिक अम्ल खाने में सिरके के रूप में इस्तेमाल होता है। अनेक कृत्रिम रंगों, विशेषतः कृत्रिम नील, के निर्माण में ऐसिटिक अम्ल लगता है। ऐसिटिक अम्ल एक अच्छा विलायक भी है। अनेक कार्बनिक पदार्थ इसमें घुल जाते हैं और विलयन के उद्घाटन अवस्था ठंडे होने से सुन्दर मणिभ उनसे निकल आते हैं। कृत्रिम रेशम या रेयन में ऐसिटिक एन्टीस्टाइड प्रयुक्त होता है।

ऐसिटिक अम्ल के अनेक लवण, ऐसिटेट भी बड़े महत्त्व के हैं। सोडियम ऐसिटेट कृत्रिम रीति से ठंड उत्पन्न करने में प्रयुक्त होता है। लेड ऐसिटेट सफेदा के निर्माण में इस्तेमाल होता है। कुछ ऐसिटेट रंगों के बाँधने में रगस्त्रापक (Mordant) के रूप में अच्छी मात्रा में प्रयुक्त होते हैं। छपाई और रंगाई में कुछ ऐसिटेट लगते हैं। ऐसे ऐसिटेट में अलुमिनियम, क्रोमियम, ताँबे और लोहे के ऐसिटेट हैं। वडिप्रिस नामक वर्णक ताँबे का क्षारीय ऐसिटेट है। स्वाइनफर्ट ग्रीन नामक वर्णक ताँबे का ऐसिटेट और सोडियम का आसिनाइट है।

ऐसिटिक अम्ल रसायनशाला का महत्त्व का प्रतिकर्मक (reactant) है। रासायनिक विश्लेषण में पद-पद पर इसकी आवश्यकता पड़ती है।

एक समय ऐसिटिक अम्ल का उद्गम केवल काष्ठासुत अम्ल ही था। इससे काष्ठासुत अम्ल का महत्त्व बहुत बढ़ा-चढ़ा था पर आज अन्य उद्गमों से भी ऐसिटिक अम्ल प्राप्त होता है।

मेथिल अलकोहल के भी उपयोग अनेक हैं। कई कृत्रिम रंगों के निर्माण में यह

प्रयुक्त होता है। इससे फार्मल्डीहाइड बनता है। फार्मल्डीहाइड एक बहुमूल्य कृमि-नाशक है। ओषधियों में भी इसका व्यवहार होता है। इसका विस्तृत उपयोग आजकल प्लास्टिकों के निर्माण में होता है। इसके योग में आज अनेक उपयोगी प्लास्टिक बनते हैं। मुगन्धित द्रव्यों के निर्माण में भी मेथिल अल्कोहल लगता है। मद्य-स्फिरिट को अपेय बनाने में मेथिल अल्कोहल इस्तेमाल होता है। इससे मद्य-स्फिरिट की गंध ही बुरी नहीं हो जाती, बरन् बह विपाकत भी हो जाता है। मेथिलेटेड स्फिरिट चपड़े, गोंद और रेजिन को घुलाकर चार्निश बनाने में, स्टोव जलाने में और स्फिरिट लम्प में व्यवहार होता है। आजकल जल-गैस से मेथिल अल्कोहल प्राप्त होता है।

ऐसीटोन भी बड़ा उपयोगी पदार्थ है, विलायक के रूप में इसका व्यवहार व्यापक रूप में होता है। इसी के सहयोग से सेल्युलायड बनता है। धूमहीन खूर्ण और कोर्डाइट नामक विस्फोटकों के निर्माण में ऐसीटोन प्रयुक्त होता है। आयोनाइन सद्गुण मुगन्धित द्रव्य, आयोडोफार्म, ब्रोमोफार्म, क्लोरोफार्म और सल्फोनल सद्गुण औषधियों में ऐसीटोन लगता है। अनेक कार्वनिक यौगिकों के निर्माण में भी ऐसीटोन का उपयोग होता है। किण्वन से आज पर्याप्त मात्रा में ऐसीटोन प्राप्त होता है।

काष्ठ-स्फिरिट वस्तुतः अशुद्ध मेथिल अल्कोहल है जिसमें कुछ न कुछ ऐसीटोन मिला हुआ रहता है। मिश्र-भिन्न नमूनों में ऐसीटोन की मात्रा मिश्र-भिन्न रह सकती है। ऐसीटोन के अतिरिक्त इसमें अल्प मात्रा में अन्य अपद्रव्य भी जैसे एलिल अल्कोहल, एल्डीहाइड, मेथिल ऐसिटेट, अन्य ऐसिटिक एस्टर, कुछ उच्च कीटोन और एमिन मिले रहते हैं। मेथिल अल्कोहल के स्थान में काष्ठ-स्फिरिट का व्यवहार अनेक कामों के लिए किया जा सकता है। मेथिलित स्फिरिट, रंगों के निर्माण, चार्निश बनाने, अन्य पदार्थों के घुलाने में विलायक के रूप में, इसका व्यवहार व्यापक रूप में इस कारण होता है कि यह सस्ता पड़ता है।

काष्ठ-नैपया काष्ठामृत अम्ल का वह भाग है जिसमें मेथिल अल्कोहल और ऐसीटोन अलग-अलग नहीं किया हुआ है। काष्ठ-नैपया में वे सब ही अपद्रव्य रहते हैं जो काष्ठ-स्फिरिट में रहते हैं। काष्ठ-नैपया वस्तुतः काष्ठ-स्फिरिट में अधिक अशुद्ध होता और अपद्रव्यों की मात्रा अधिक रहती है, काष्ठ-स्फिरिट में सस्ता होने के कारण अनेक चद्योग-धन्यों में इसका उपयोग होता है।

ऐसिटिक अम्ल

काष्ठामृत अम्ल से ऐसिटिक अम्ल प्राप्त करने की पुरानी रीति यह है —

काष्ठामुत अम्ल का पहले अलकतरा निकाल लेते हैं। इसका निकाल डालना बहुत आवश्यक है, नहीं तो पीछे कठिनाई होती है। तब काष्ठामुत अम्ल को चूने के दूध के अथवा दाहक सोडा के उपचार से उदासीन बना लेते हैं। अब उसका आसवन करते हैं। जो अंश आमुत होकर निकल जाता उसे काष्ठ-नैफथा कहते हैं। पात्र में जो अंश रह जाता उससे फिर अलकतरा निकल आता है। अलकतरे को छानकर कलछुल से निकाल लेते हैं। लेईसा पदार्थ पात्र में रह जाता है। उसे आग पर अथवा भट्टे में गरम कर सुखा लेते हैं। इससे कैल्सियम ऐसिटेट अथवा सोडियम ऐसिटेट का धूसर-काला अथवा कुछ कपिल वर्ण का उत्पाद प्राप्त होता है। कैल्सियम ऐसिटेट की मात्रा ६७ प्रतिशत से अधिक नहीं रहती। इसे 'चूने का धूसर ऐसिटेट' कहते हैं।

काष्ठामुत अम्ल से अलकतरे को पूर्णतया निकाल लेने के लिए उदासीन करने के पूर्व उसका एक बार आसवन कर लेना आवश्यक होता है। ऐसे आमुत काष्ठामुत अम्ल ने प्राप्त ऐसिटेट में कैल्सियम ऐसिटेट की मात्रा ७५ से ८४ प्रति शत तक रह सकती है। यह ऐसिटेट ऐसिटिक अम्ल के निर्माण के लिए अच्छा होता है। बिना आसवन हुए काष्ठामुत अम्ल से प्राप्त ऐसिटेट अच्छा नहीं होता।

काष्ठामुत अम्ल को ताँबे के भमके में ऊँच दबाववाले भाप से गरम करते हैं। प्रायः ७३ प्रतिशत अम्ल आमुत हो निकल जाता है। कोई ७ प्रतिशत के लगभग अलकतरे में मिला हुआ भमके में रह जाता है। आमुत तेल के रूप में दो स्तरों में प्राप्त होता है। दोनों स्तरों को अलग अलग इकट्ठा करते हैं।

आमवन के पूर्व काष्ठामुत अम्ल को चूने के दूध से उपचारित कर अल्प क्षारीय बना लेते हैं। यदि क्षारीय न बनाया जाय तो उसमें मुक्त ऐसिटिक अम्ल और मेथिल ऐसिटेट रह सकते हैं। एक विधि में काष्ठामुत अम्ल को काठ के बन्द पीपों में रखते हैं। पीपों में प्रसुब्ध करने का प्रबन्ध रहता है। पीपों में ही चूने का दूध डालकर उदासीन करते हैं। चूने पर अपद्रव्यों की क्रिया से अवशेष प्राप्त होता है। अवशेष को वृष्ट जानें देने अथवा फिल्टर प्रेस में छान लेते हैं। ऐसिटिक अम्ल कैल्सियम ऐसिटेट में परिणत हो जाता है। इसमें जो मैल प्राप्त होता है उसे धो लेते हैं। छानने में कभी-कभी थड़ी कठिनता का सामना करना पड़ता है। विलयन में लगभग १० प्रति शत कैल्सियम ऐसिटेट रहता है। आगवन द्वारा नैफथा को निकाल लेते हैं। आमुत में ४० से ९५ प्रति शत काष्ठ-स्पिरिट रहता है।

एक दूसरी विधि में काष्ठामुत अम्ल का आमवन दूध में ले जाते हैं। आमवन के तीन पात्र होने हैं। पात्र

के

है। पहला पात्र ताँबे का होता है। उसमें ताँबे की ही भाप-कुंडली लगी रहती है। काष्ठासुत अम्ल को पीपे से ले जाकर इसी पात्र में रखते हैं। भाप-कुंडली से काष्ठासुत अम्ल को गरम कर न्ययनांक तक पहुँचा देते हैं। अन्य दो पात्र लोहे के होते हैं। इन्हीं पात्रों में २० प्रतिशत चूने का दूध रखा जाता है। दूध से पात्र का एक तिहाई अंश भरा रहता है।

पहले पात्र से एक सछिद्र निकास नली दूसरे पात्र के पेंदे में जाती है। ऐसी ही एक दूसरी नली दूसरे पात्र से तीसरे पात्र में जाती है। यह तीसरा पात्र अधिक ऊँचाई पर रखा रहता है। तीसरा पात्र निकासनली द्वारा संधनित्र से जुटा रहता है। प्रत्येक पात्र में सुरक्षा वाल्व (Safety valve) लगा रहता है। दूध होने में ताँबे के पात्र को चिपकने से रोकने अथवा एक पात्र के द्रव को दूसरे पात्र में खींचे जाने से रोकने के लिए सुरक्षा वाल्व आवश्यक होता है।

पहले पात्र से वाष्प निकलता है। इस वाष्प में जल, ऐसिटिक अम्ल आदि अम्ल और काष्ठ-नैपथा के सब अवयव रहते हैं। यह वाष्प दूसरे पात्र के चूने के दूध में जाकर संधनित होता है। उससे पात्र का ताप धीरे-धीरे उठकर न्ययनांक तक पहुँच जाता है।

दूसरे पात्र से जो वाष्प निकलता है उसमें प्रधानतया जल और काष्ठ-नैपथा रहते हैं। अल्प मात्रा में ऐसिटिक अम्ल भी रहता है। तीसरे पात्र से जो वाष्प निकलता है उनमें केवल जल और काष्ठ-नैपथा रहते हैं। यह वाष्प संधनित्र में संधनित होता है। इसके संधनन से जलीय नैपथा प्राप्त होता है जिसमें नैपथा की मात्रा ३० से ४० प्रतिशत रहती है। पात्रों के चूने के दूध को समय-समय पर परीक्षण से देखते हैं कि उसमें चूना रह गया है अथवा उसका पूर्णतया निराकरण हो गया है।

प्रथम आसुत में नैपथा की मात्रा ३० से ४० प्रतिशत रहती है। धीरे-धीरे मात्रा कम होती जाती है और कुछ समय में नैपथा की मात्रा इतनी कम हो जाती है कि नैपथा का उसमें पहचानना कठिन हो जाता है। ऐसी स्थिति में भाप को किसी नर-नाली (Manhole) से निकाल लेते हैं अथवा किली नल द्वारा ले जाकर उसकी कप्पों को गरम करने के काम में लाते हैं।

चूने में वाष्प के ले जाने से वाष्प के ऐसिटिक और अन्य अम्ल चूने के साथ मिलकर कैल्सियम लवण बनते हैं। वहाँ मेथिल ऐसिटेट का जलांश न भी होता है जिससे मेथिल अलकोहल और कैल्सियम ऐसिटेट बनते हैं। यहां और भी गौण क्रियाएँ होती हैं। चूने के एल्डीहाइड की प्रतिनिध्या से रेजिन-से उत्पाद बनते हैं। इनमें कुछ तो अवक्षिप्त हो जाते और कुछ घुले हुए रहकर अलकतरा बनते हैं।

आसवन तब तक जारी रखते हैं जब तक भाप निकलती रहती है। जब भाप का निकलना बन्द हो जाता है तब आसवन को बन्द कर देते हैं। पात्र में जो अंश बच जाता है उसमें अलकतरे के साथ मिला हुआ ऐसिटिक अम्ल भी रहता है। इस विधि में प्रायः १० प्रतिशत नैफथा प्राप्त होता है। चूने में २०-२५ प्रतिशत कैल्सियम ऐसि-टेड रहता है।

मेयर (Meyer) ने एक दूसरी विधि का उपयोग किया है। यहाँ काष्ठों से कोयला बनाने के समय ही गैसों का जो मिश्रण प्राप्त होता है उससे ही अलकतरे को संघनित कर द्रव रूप में निकाल लेते हैं। गैसों के संघनन के पूर्व ही अलकतरा निकल जाता है।

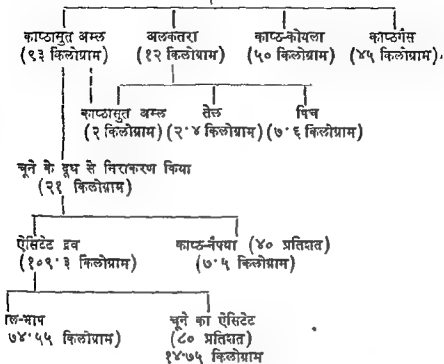
काष्ठ के भजक आसवन से जो गैस-मिश्रण आसवन-पात्र से निकलता है उसका ताप २५०-३५०° से० रहता है। ऐसे गैस-मिश्रण में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं :

भार में प्रतिशत

जल-भाप, वयनांक १००° से०	५२.०
ऐसिटिक अम्ल वाष्प, वयनांक ११८° से०	६.७
काष्ठ-नैफथा वाष्प, वयनांक ६०° से०	२.०
अलकतरा वाष्प	६.७
गैस	३२.६

भभके से निकलने के समय जल वाष्प, ऐसिटिक अम्ल वाष्प, काष्ठ-नैफथा वाष्प और सघनीय गैसों अतितप्त अवस्था में रहने के कारण द्रवीभूत होने के पूर्व उनकी ऊष्मा का कुछ अंश निकाला जा सकता है पर अलकतरे से ऐसा नहीं किया जा सकता। ताप के कुछ गिर जाने से १००° से० तक कुछ वाष्प और गैसों तो संघनित नहीं होती अथवा बहुत अल्प संघनित होती है पर अलकतरे का अधिक अंश संघनित हो पृथक् हो जाता है। पहले पात्र में जो संघनन होता है उसमें प्रधानतया अलकतरा रहता है। अन्तिम पात्र में केवल काष्ठासृत अम्ल संघनित होता है। इसमें अलकतरे की मात्रा बड़ी अल्प रहती है। संघनन के लिए अनेक पात्रों के रहने से विभिन्न उत्पाद विभिन्न पात्रों में संघनित होते हैं। संघनन-पात्र यदि उचित विस्तार का रहे तब भिन्न-भिन्न उत्पादों को भिन्न-भिन्न पात्रों में सफलता से इकट्ठा किया जा सकता है। वायु-शुष्क "बीच" काष्ठ से जो उत्पाद प्राप्त होते हैं वे इस प्रकार के होते हैं —

‘बीच’ काष्ठ २०० किलोग्राम



सोडियम ऐसिटेट

काष्ठासुत अम्ल के दाहक सौड़ा से उदासीन बनाकर आसवन से काष्ठ-नैपथा को काल लेते हैं। तब सोडियम ऐसिटेट के विलयन को टंकी में रखकर कुछ समय के पछोड़ देते हैं। फिर उसका उद्वापन करते हैं। उद्वापन में साधारणतया उच्छिष्ट प अथवा तप्त धातु-गैसों का ही उपयोग करते हैं। जब विलयन पर्याप्त गाढ़ा होता है तब कड़ाह में गरम कर सुखा लेते हैं। सूखे पिंड को बराबर प्रक्षुब्ध करते हुए ता गरम करते हैं कि उसका सारा जल निकल जाय और वह अजल हो जाय। अजल लवण का द्रवणांक प्रायः ३२०° से० होता है। आवश्यकता में अधिक ताप नहीं करते क्योंकि इस ताप के प्रायः कुछ ही ऊपर ताप पर सोडियम ऐसिटेट विलेय होकर ऐसिटोन और सोडियम कार्बोनेट बनता है।

सोडियम ऐसिटेट के पिघलाने से अधिक शुद्ध ऐसिटेट प्राप्त होता है, क्योंकि ताप पर सोडियम प्रोपियोनेट और ब्यूटिरेट विलेय हो वाष्पशील कीटोन

और सोडियम कार्बोनेट बनते हैं। कुछ अन्य अपद्रव्य भी उस ताप पर वाष्प बनकर निकल जाते हैं। अलकतरा झुलसकर जल में अविलेय उत्पाद बनता है।

जब सोडियम ऐसिटेट पूर्णतया पिघल जाय और झाग का बनना बन्द हो जाय तब द्रव को कड़ाह से निकाल कर ठंडा होने देते हैं। फिर उसे उबलते पानी में धुला कर और यदि आवश्यक हो तो छानकर गाढ़ा विलयन तैयार कर मणिम बनने के लिए ठंडा होने देते हैं। यदि सोडियम ऐसिटेट के बड़े-बड़े मणिम प्राप्त करना चाहें तो विलयन को कभी-कभी प्रक्षुब्ध करते हैं। यदि छोटे-छोटे मणिम प्राप्त करना चाहें तो यांत्रिक विलोडक से बराबर हिलाते रहते हैं। जब मणिम बनना समाप्त हो जाय तब केन्द्रापसारण में मातृद्रव (मदर लिक्वर) को निकाल लेते हैं।

यदि मणिभीकरण सावधानी से किया जाय तो वर्णरहित मणिम प्राप्त होते हैं। यदि मणिम वर्णरहित न हो तो एक बार फिर उसे पानी में धुलाकर जाल्मव कोयले पर विलयन को छानकर तब मणिम प्राप्त करते हैं।

कैल्सियम ऐसिटेट से भी सोडियम ऐसिटेट प्राप्त कर सकते हैं। इसके लिए कैल्सियम ऐसिटेट को सोडियम कार्बोनेट के विलयन से काष्ठनाद (vat) में साधित करना पड़ता है। अवक्षिप्त कैल्सियम कार्बोनेट को फिल्टर प्रेस में छानकर निकाल लेते और सोडियम ऐसिटेट के विलयन से पूर्व की भाँति मणिम प्राप्त करते हैं।

काष्ठासुत अम्ल के ऐसिटिक अम्ल को 'लौहद्रव' (Iron liquor) में भी प्राप्त कर सकते हैं। नैपथा निकाल लेने पर जो काष्ठासुत बच जाता है उसे लोहे के रेतन या खरादन पर प्रवाहित करते हैं तो इससे हाइड्रोजन निकलता है। जब हाइड्रोजन का निकलना बन्द हो जाय तब विलयन को गाढा करते हैं। इससे 'लौहद्रव' प्राप्त होता है जो सीधे रंग-स्थापक के लिए इस्तेमाल हो सकता है। ऐसे लौहद्रव में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

	प्रतिशत
समुक्त ऐसिटिक अम्ल	१०.९३
मुक्त ऐसिटिक अम्ल	०.०३
फेरम आक्साइड	६.३९
फेरिक आक्साइड	०.१६
आल्मिवत पदार्थ	०.०१

यह द्रव रंग-स्थापन के लिए अच्छा समझा जाता है।

चूने के भूरे ऐसिटेट से ऐसिटिक अम्ल

चूने के भूरे ऐसिटेट में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं—

कैल्सियम ऐसिटेट (कुछ कैल्सियम प्रोपियोनेट और व्युटिरेट

आदि के साथ)

८२ प्रति शत

जल

१० "

कार्बनिक पदार्थ आदि

८ "

दो रीतियों से कैल्सियम ऐसिटेट का विच्छेदन हो सकता है। एक हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा और दूसरा सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा।

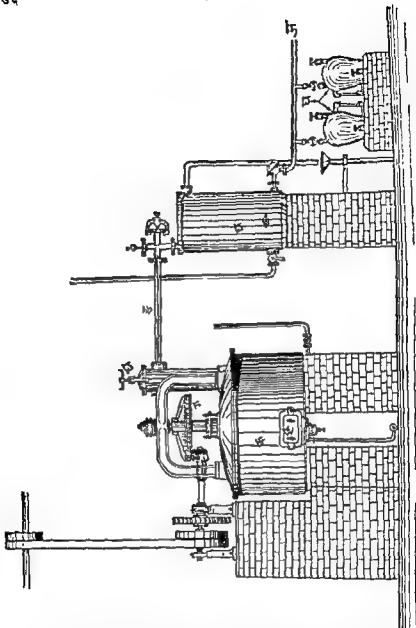
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल महंगा पड़ता है। इससे तैयार ऐसिटिक अम्ल तनु होता है। इस कारण इस विधि का प्रयोग आजकल साधारणतया नहीं होता। एक समय सन् १८७० ई० तक यह विधि ही अम्ल की प्राप्ति के लिए प्रयुक्त होती थी।

आज केवल सल्फ्यूरिक अम्ल रीति का ही प्रयोग होता है। यद्यपि इस रीति से प्राप्त अम्ल सान्द्र अवश्य होता है पर इसमें अनुद्धियाँ अधिक रहती हैं। यहाँ प्रतिक्रिया ऊष्मा-क्षेपक होती है। यहाँ कुछ पिण्डी पिंड बनता है। कैल्सियम ऐसिटेट पर सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से कैल्सियम सल्फेट बनता है और ऐसिटिक अम्ल मुक्त होता है। कैल्सियम ऐसिटेट और सल्फ्यूरिक अम्ल को बराबर प्रक्षुब्ध करते रहने की आवश्यकता पड़ती है, नहीं तो दोनों के परस्पर न मिलने के कारण प्रतिक्रिया ठीक से न होकर पर्याप्त ऐसिटिक अम्ल नहीं बनता। आसवन से ऐसिटिक अम्ल को पृथक् करते हैं। ढालवे लोहे के पात्र में यह क्रिया सम्पादित होती है। ढक्कन भी ढालवे लोहे का होता है, ढक्कन में ऐसिटेट और अम्ल के ढालने के मार्ग रहते हैं। विलोडक, निकासनली और संघनित्र भी जुड़े रहते हैं। संघनित्र में ताँबे अथवा मिट्टी के संग्राही लगे रहते हैं। ऐसे एक उपकरण का चित्र पृ० ७६ पर दिया हुआ है।

चूने के ऐसिटेट (१०० किलोग्राम) को सल्फ्यूरिक अम्ल (६० किलोग्राम; ६६° बीमे) से उपचारित करते हैं। उपचार में इसे १२ घण्टे का समय लगता है। अपरिष्कृत ऐसिटिक अम्ल का लगभग ७४-७५ किलोग्राम प्राप्त होता है। इसमें ७५ से ८० प्रतिशत अम्ल रहता है। अल्प मात्रा में सल्फर डायक्साइड और लेड सल्फ्यूरिक अम्ल रहते हैं। यदि संघनित्र ताँबे धातु का प्रयुक्त हुआ है तो लेड ताँबा भी रहता है।

अम्ल कुछ रंगीन होता है। पुनरासवन और मिट्टी या पत्थर के संघनित्र और संग्राही में वर्णरहित तथा अधिक शुद्ध प्राप्त हो सकता है।

ऐसिटिक अम्ल प्राप्ति की आधुनिक रीति विलायकों के द्वारा प्राप्त करना है। अनेक रीतियाँ निकली हैं जिनमें मुड्डा रीति, ओयमर रीति और बुस्टर रीति उल्लेखनीय हैं।

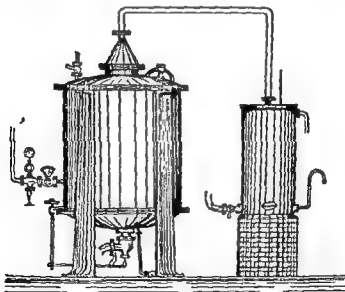


चित्र १७—कैल्सियम ऐसिटेट से ऐसिटिक अम्ल

‘क’ पात्र में कैल्सियम ऐसिटेट रखा जाता है। ‘ख’ मार्ग से अवशिष्ट अंश निकाल लिया जाता है। ‘ग’ से पदार्थों का भयन होता है। ‘घ’ एक पाशी है जिससे धूलकण रोक रखे जाते हैं। ‘ङ’ निकास नली है जिससे ऐसिटिक अम्ल का वाष्प निकलकर ‘ज’ संचयित्र में संचयित होकर ‘च’ संग्राहक-पात्रों में इकट्ठा होता है। ‘ज’ वह नली है जिससे वायु-पम्प जोड़ा जाता है।

मुड़डारोति—मुड़डा रीति में उच्च क्वथनांक वाला काष्ठतैल विलायक के रूप में प्रयुक्त होता है। यह विलायक बार-बार इस्तेमाल हो सकता है। अतः यह रीति सस्ती पड़ती है। काष्ठासुत अम्ल का ऐसिटिक अम्ल-वाष्प मार्जक स्तम्भ के पेंदे से प्रविष्ट करता और ऊपर से विलायक-तेल गिरकर अम्ल के वाष्प को धुलाकर कुछ पानी के साथ पेंदे में इकट्ठा होता है और वहाँ से निकाल लिया जाता है। मेथिल अल्कोहल, ऐसिटोन, एल्डीहाइड और जल के वाष्प ऊपर से निकल कर संघनित्र में जाकर सघनित होते हैं।

ऐसिटिक अम्लवाले काष्ठ-तेल को फिर बिजलीयन* मीनार में ले जाते हैं। यहाँ ऐसिटिक अम्ल और जल काष्ठ-तेल से अलग हो जाता है। इसे फिर संशोधन स्तम्भ में ले जाते हैं जहाँ कुछ सीमा तक जल और ऐसिटिक अम्ल अलग-अलग हो जाते हैं। इससे ९२ प्रतिशत अम्ल प्राप्त हो सकता है।



चित्र १८—व्यापार के ऐसिटिक अम्ल से शुद्ध ऐसिटिक अम्ल

यह आसवन से होता है। आसवन के लिए जैसा आसवन-मात्र और संघनित्र उपयुक्त होता है उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है। इससे हिम्य-ऐसिटिक अम्ल (९६ से १०० प्रतिशत शुद्धता का) प्राप्त हो सकता है।

*निर्जल कारक Dehydrating

नवाँ अध्याय

भारतीय काठ-कोयला और पोटाश लवण*

देहरादून की वन्य शोधशाला (फॉरेस्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट) में भारत के काठ के कोयले पर अनेक वर्षों से अनुसन्धान होते आ रहे हैं। इस सम्बन्ध में अनेक पुस्तिकाएँ प्रकाशित हुई हैं। गत विश्वयुद्ध में जब पेट्रोल की कमी हो गयी तब प्रयत्न होने लगा कि ट्रकों और बसों के लिए पेट्रोल के स्थान में लकड़ी के कोयले का उपयोग हो। उस समय ब्रिटिश भारत में (१९४४ ई० में) लगभग ३७,००० ट्रकों और बसें चलती थी। भिन्न-भिन्न प्रान्तों में ट्रकों और बसों की संख्या इस प्रकार थी—ये आंकड़े १९३९-४० के हैं।

बंबई	७,२९२
पंजाब	६,२९५
मद्रास	५,५२४
बंगाल	४,७८२
संयुक्त प्रान्त	३,८०४
मध्य प्रान्त और बरार	१,९१८
आसाम	१,७८७
बिहार	१,४३३
पश्चिमोत्तर सीमाप्रान्त	१,३७२
सिन्ध	९१७
दिल्ली	५८७
बलूचिस्तान	४६२
उड़ीसा	३५६
अजमेर मेरवाड़ा	१४०
कुर्ग	१२४
	<hr/>
	३६,५९३

* यह प्रकरण देहरादून फॉरेस्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट की पुस्तिकाओं के आधार पर लिखा गया है।

यदि इनमें केवल आधी बत्तें ही काष्ठ कोयला-गैस से चलने लगीं और ये ट्रकें और बत्तें मास में केवल २५ दिन और औसत केवल ६० मील ही प्रतिदिन चले, तो इन्हें चलाने के लिए प्रति मास लगभग ४ लाख मन कोयला लगेगा। ऐसी ट्रकों और बत्तों में प्रति वाहन प्रति मील १०२ पाउण्ड के लगभग कोयला खर्च होगा। इसके अतिरिक्त कुछ कोयला, चूरे और छोटे-छोटे टुकड़ों के रूप में नष्ट भी होगा। यदि नष्ट कोयले की मात्रा १५ से २० प्रतिशत हो तो इन वाहनों में प्रति मास लगभग ५ लाख मन कोयला खर्च होगा। सन् १९४४ में इन वाहनों में १३,५०० ऐसे थे जिनमें पेट्रोल के स्थान में कोयला जलता था।

इन वाहनों के अतिरिक्त इंजनों में भी डीजेल तेल खर्च होता है। ये इंजन अनेक कामों में विशेषतः आटा पीसने में प्रयुक्त होते हैं। भारत में ऐसे इंजन कितने हैं, इसका ठीक-ठीक पता हमें नहीं है। पर यह पता लगा था कि केवल उत्तर प्रदेश में उस समय ५,००० इंजन काम करते थे। ऐसे इंजनों का अस्ववल औसत १३ था। यदि ये इंजन भी कोयले का उपयोग करने लगे तो इनमें भी प्रति मास लगभग ४ लाख मन कोयला खर्च होगा। ये आंकड़े केवल उत्तर प्रदेश के हैं। सारे भारत के लिए कोयले की खपत कई गुना बढ़ जायगी।

इस काम के लिए जो कोयला आवश्यक है, ऐसे कोयले का विशिष्ट गुण निम्नलिखित प्रकार का रहना चाहिये। ऐसे गुणों के कोयले से ही उत्पादक गैस का इंजन अच्छे प्रकार से चल सकता है।

(क) कोयले में बिना जले काठ का कोई अंश नहीं रहना चाहिये। ऐसे पूर्ण-रूप से जले कोयले का रंग बिलकुल काला होता है। उसमें कपिल रंग का कोई अंश या दाग नहीं रहता।

(ख) कोयला दृढ़ रहना चाहिये। छूने से दृढ़ मालूम हो और टूटे नहीं। यदि टूटे भी तो चूर-चूर न हो जाय वरन् स्वच्छ भंग के साथ टूटे।

(ग) कोयले में लकड़ी की रचना (Texture) ज्यों की त्यों रहनी चाहिये।

(घ) कोयले में किसी अपद्रव्य, लकड़ी, छाल, पत्थर, मिट्टी राख के टुकड़ों, को न रहना चाहिये। यदि उसमें पत्थर-मिट्टी रहे तो प्रज्ञाम (Clinker) बनने की सम्भावना हो सकती है।

(च) जलाने पर कोयले की ज्वाला कुछ नीली, धूम और गंधरहित रहनी चाहिये। चिनगारी नहीं निकलनी चाहिये।

(छ) कोयला उचित विस्तार का, १½" से ५" का, रहना चाहिये। छोटे-बड़े विभिन्न प्रकार के टुकड़े अच्छे नहीं होते।

(ज) कोयले में जल की मात्रा ६ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिये। साधारणतया कोयले में ५ से १० प्रतिशत पानी रहता है। बरसात में पानी की मात्रा बढ़ जाती है और जाड़े में कम हो जाती है। यदि जल की मात्रा ६ प्रतिशत से अधिक हो तो कोयले को लोहे की चादर पर रखकर आग से सुखा लेना चाहिये। यदि ऐसे कोयले को तत्काल प्रयुक्त करना न हो तो उसे ऐसे पात्र में रखना चाहिये जिसे बन्द रखा सकें ताकि जल उसमें अवशोषित न हो सके।

(झ) कोयले में राख की मात्रा कम रहनी चाहिये। किस कोयले में राख कितनी रहती है इसके आकड़े आगे दिये हुए हैं।

(ट) उत्कृष्ट कोटि के काठ से कोयला बना होना चाहिये। जिस काठ में कीड़े या कवक (फंगस, कुकुरमुत्ता) लगकर काठ को खा लिये हों ऐसे काठ से अच्छा कोयला नहीं प्राप्त होता।

(ठ) कठोर काठ का कोयला बना होना चाहिये। कोमल काठ के कोयले भी उपयुक्त हो सकते हैं पर ऐसे कोयले छूने से अथवा बाहनों की खड़खड़ाहट से जल्द चूर-चूर हो जाते हैं। चूरे से गैस का मार्ग अवरोध होकर कठिनता उत्पन्न हो सकती है, कोमल कोयले जल्दी जल भी जाते हैं, इससे उन्हें बार-बार (अधोबाप) (hopper) में ढालने की आवश्यकता पड़ती है।

जिन काठों से कठोर कोयला प्राप्त हो सकता है वे हैं बबूल, खैर, सफेद किकर, हल्द (केलिकदम), बेल, सफेद सिरिस, बकली, घाऊ, नीम, करौंघा, बिल्ल, बेहरा, गरारो, शीसम, जामुन, गूलर, अंजन, कांजु, रोहिनी, आम, अबार, चील, चेंकुर, सरचरबी, कोसुम, साल, इमली, अर्जुन, बहेरा, असना, गुटेल, बेर, कटवेर।

काठों से कोयला कैसे बनता है, इसका वर्णन विस्तार से अन्यत्र हुआ है। भारत में कोयला गड्ढे में अथवा लोहे की भट्टियों में बनाया जाता है। कोयले के संग्रह का विशेष प्रबन्ध आवश्यक है। कोयले के रखने के लिए बड़े-बड़े गोदामों की आवश्यकता पड़ती है। चूंकि कोयला जल को सोसता है, अतः गोदाम ऐसा होना चाहिये जिसमें सील (सीड़) न उत्पन्न हो। वायु के प्रवेश का पूरा प्रबन्ध रहना चाहिये ताकि स्वतः बहन से आग लगने की सम्भावना कम रहे।

काठों में राख

देहरादून वन्य शोधशाला में काठों में राख की मात्रा का निर्धारण हुआ है। इस विषय पर दो पुस्तिकाएँ नं० २८ और नं० ९५ प्रकाशित हुई हैं। लकड़ी की राख कोयले में रह जाती है। राख का महत्व दो कारणों से है। राख के कारण

लकड़ी का ईंधन-मान कम हो जाता है। जितनी ही अधिक काठ में राख रहेगी उतना ही ईंधन-मान कम हो जायगा। कोयले में राख के अधिक होने से उत्पादक-गैस इंजन में बाधा पहुँच सकती है। इंजन की क्षमता कम हो जाती है। शीतक, छानने और इंजन में राख पहुँचकर इंजन के कार्य में शिथिलता ला सकती है। कोयले में राख की मात्रा लकड़ी में राख की मात्रा के अनुपात में ही रहती है। इस कारण कोयले में राख की मात्रा के ज्ञान के लिए लकड़ियों में राख की मात्रा का निर्धारण विस्तार से हुआ है। लकड़ी में राख की मात्रा की प्रतिशतता को $2^{\circ} 77$ से गुणा करने से उस लकड़ी के कोयले में राख की प्रतिशतता का ज्ञान हो सकता है। यदि १०० ग्राम लकड़ी में राख की मात्रा ५ ग्राम हो तो उस लकड़ी के १०० ग्राम कोयले में राख की मात्रा $5 \times 2^{\circ} 77 = 13^{\circ} 65$ ग्राम होगी।

वृक्षों के भिन्न-भिन्न भागों की लकड़ी में राख की मात्रा विभिन्न रहती है। साधारणतया शाखा-लकड़ियों और पतली शाखाओं से ही कोयला बनाया जाता है। ऐसी लकड़ियों की राखों में बहुत अन्तर नहीं देखा गया है। राख की मात्रा जो यहाँ दी जा रही है वह ऐसी शाखा-लकड़ियों की ही है पर कुछ हल्कापट और रसकापट लकड़ियों की राखों की मात्रा भी यहाँ दी जा रही है। साधारणतया हल्कापट में राख की मात्रा कुछ अधिक रहती है। छाल (बल्क) में राख की मात्रा सबसे अधिक रहती है।

काठ में राख की मात्रा का निर्धारण ऐसे काठ में हुआ है जिसकी छाल निकाल दी गयी है। लकड़ी से छाल निकाल लेने पर काठ से रेती से बुरादा निकाला जाता है। ऐसे बुरादे में लोहे के कुछ कण रेती से आ जाते हैं। इन कणों को चुम्बक से निकाल लेते हैं। इस प्रकार साफ किये बुरादे के १० ग्राम को लेकर $10^{\circ} 5'$ से ० पर ६ घंटा सुखाते हैं। इससे भार में जो ह्रास होता है उससे जल की मात्रा मालूम होती है। अब सूखे बुरादे को भूपा में रखकर जलाते और शुष्ककारक में रखकर ठंडा कर बार-बार तौलते हैं। जब भार स्थायी हो जाता है तब तौलना बन्द कर देते हैं। बुरादे के पूर्णतया जलाने में २ से ३ घंटा समय लगता है, किसी लकड़ी में कम और किसी में ज्यादा।

राख में जल में विलेय और अविलेय दोनों प्रकार के पदार्थ रहते हैं। विलेय अंशों में प्रधानतया पोटाश लवण रहते हैं। इन राखों से पोटाश लवण प्राप्त करने के दृष्टिकोण से इन पर अनुसन्धान हुए हैं। संसार में पोटाश लवणों की मात्रा सीमित है। कुछ विशिष्ट स्थानों में ही पोटाश-लवण पाये गये हैं। अतः राखों से पोटाश-लवण प्राप्त करने की चेष्टाएँ नयी नहीं हैं। कुछ राखें ऐसी हैं जिनसे पोटाश-

लवण प्राप्त किया जा सकता है। भारत में पोटैश-लवणों का एक स्रोत मिट्टी से शोरा निकालना है। भारत के अनेक भागों में मिट्टी में शोरा बनता है। ऐसी मिट्टी को इकट्ठा कर एक विशिष्ट जाति, नोनिया जाति, के व्यक्ति, उससे शोरा निकालते हैं। पोटैश-लवण औषधियों में ही नहीं प्रयुक्त होते बरन् वे बड़े महत्त्व की खाद भी हैं और कुछ पौधों के लिए बड़े आवश्यक समझे जाते हैं।

सारणी १
सम्पूर्ण पोषे की राख

क्रमसंख्या	नाम	राख %	K ₂ O पोषे की %	K ₂ O राख की %	विलेय अंश %	अविलेय अंश %	जल %	विलेय लवण K ₂ CO ₃ , KCl, K ₂ SO ₄
१.	गुंजा (रत्ती), एक लता	५.०६	०.६३	१२.४४	१९.४८	७७.२७	३.२४	१२.५३
२.	अपंग (चिरचित्ता, कलिया)	८.३६	२.३२	२७.७४	४१.६३	४५.९२	१२.१०	३५.८६
३.	एक घास	१२.३४	१.४०	११.२९	१७.९९	८०.०४	२.०३	८.७१
४.	वसक (अईस) एक पोषा	९.७२	१.६४	१८.०४	२८.३८	७०.०५	१.४८	१६.००
५.	गधेला, एक खर	१२.६७	२.२०	१७.४८	२७.५३	६५.०१	६.८१	१७.४८
६.	कांठबोलाई, एक खर	१२.६७	३.०६	२४.१९	३०.९५	५६.०२	६.३१	२९.८३
७.	मागदीना (सुरबन्द) एक सुप	५.६६	०.९३	१६.४०	२५.९२	६५.८८	७.२९	१५.२९
८.	कोरंटा (विलबास) एक झाड़ी	८.२२	१.२०	१४.६८	२२.२२	७४.६७	३.२४	१७.४९
९.	पीत पापड़ा	१३.०७	२.१८	१६.६८	२५.७५	६७.३४	६.८९	१६.८७
१०.	विचवुली	—	—	—	१८.९३	७९.६४	१.५४	१०.६५
११.	वननिम्बू (किरमिर) रघापी	१०.१२	१.२६	१२.५१	१९.५२	७७.९४	२.०४	११.८९
१२.	झाड़ी	४.४०	०.२७	६.२०	९.५४	८५.७५	४.४४	७.२८
१३.	नील	१०.२९	१.५३	१४.६१	२१.७७	७६.२१	२.०९	१८.९२
१४.	लण्डाना	३.६०	०.३१	८.६६	१३.७८	८४.०५	१.८२	६.२२
१५.	खरटो	६.२०	०.४८	७.७३	११.९५	८४.९५	३.२७	८.५३

पात की राख

क्र.	कैला	१.११	०.२३	११.०८	१७.४३	७८.९२	३.१८	१२.४३	०.३६	४.६४
२.	मिडुरी	४.६८	०.२९	६.२५	१०.३६	८४.५२	५.८६	४.३६	०.५१	५.४९
३.	पल्ला (Dillenia)	११.३६	०.२०	१.७६	३.१६	१५.८०	१.२१	०.२९	०.१४	२.७३

सारणी ३

डाल-पात की राख

क्र.	गैली	२४.१६	०.९९	३.९७	६.६४	१२.०४	१.१५	१.०३	०.४४	५.१७
२.	आक (मदार)	१२.७२	२.६४	२०.७५	३२.७९	६२.०८	४.७९	१७.७८	५.५१	९.४२
३.	भाग	१२.०३	१.१२	९.२८	१४.०१	८४.१०	१.१९	११.५२	१.१९	१.३६
४.	फसुवा	३.९०	०.६५	१६.६५	१२.१४	६६.३९	६.८२	१८.०९	१.९६	५.८९
५.	सफवर	६.००	१.०७	१७.८२	२६.५५	६८.६९	४.७८	१८.०१	२.०९	६.४५
६.	चपुआ	१२.५०	३.१९	२५.३५	३९.२७	५४.५०	६.६१	२८.८७	३.३५	७.०५
७.	मंड	६.७४	०.९८	१०.०९	१६.७३	८२.८०	१.६३	७.३०	०.५१	८.१२
८.	किन्दा	६.१६	१.६१	१५.५३	२३.५५	७१.९८	४.१२	१९.७४	०.५९	३.२२
९.	कुपी	—	—	—	१६.८५	८१.५१	२.४६	८.४५	६.४९	१.९९
१०.	समाठा	८.४२	०.६४	७.५७	१२.२७	८३.६५	३.९४	६.११	१.०४	५.१२
११.	नीलकंठी	८.००	१.२०	१५.०४	२२.६०	६७.३०	६.५७	१९.४८	१.३४	१.८२
१२.	धोर (सिमुआ)	७.४०	०.४७	६.४१	११.१६	८८.००	१.१९	१.७४	१.४९	७.९३
१३.	कठनीम (गन्धका)	१२.४६	०.८१	७.१४	१०.९४	८८.१२	१.१६	८.७६	०.११	२.०७
१४.	दुधिवेल (कुपी)	५.८०	०.७७	१३.२८	२०.७०	७५.१०	४.३१	११.९८	४.२८	४.४७

क्रमसंख्या	नाम	राख %	K ₂ O पीघे की %	K ₂ O राख की %	विलेय अंश %	अविलेय अंश %	जल %	विलेय लवण K ₂ CO ₃ , KCl K ₂ SO ₄
१५.	निरगुन्डा	७.७५	१.३४	१७.२८	२६.०७	६५.०६	८.७३	२२.६०
१६.	दोस	१९.६८	०.८८	६.७६	६.९७	९०.५०	४.४६	१.२१
१७.	सिरयास	२०.४८	०.७८	३.७४	६.१३	९०.१७	२.५२	०.९२
१८.	खसखस	७.८७	०.९३	११.७९	१९.४४	७३.८६	५.८२	५.३१

सारणी ४
लकड़ी कोयले की राख

क्रम संख्या	नाम	बानस्पतिक नाम और जाति	राख %	ॐ ॐ ॐ	ॐ ॐ ॐ	विलेय लवण	K ₂ CO ₃ पोटैशियम कार्बोनेट	KCl पोटैशियम क्लोराइड	K ₂ SO ₄ पोटैशियम सल्फेट	अविलेय अंश	जल %
१.	ववूल	Acacia arabica (Lam.) wild.	०.९१	०.०७	७.९५	१२.४२	८.३३	१.०४	३.०५	८६.१२	१.०५
२.	खर (खदिर)	Acacia catechu (Linn.) wild.	१.२८	०.०७	५.२१	८.१३	५.४९	०.६१	२.०८	९०.३६	१.४५
३.	पूलाई	Acacia modesta wall	१.३२	०.१७	१५.०१	१२.३१	१७.८२	०.८९	४.४२	७४.६७	२.१५

४.	कोरिन्दम (अशोक ?)	Adinacordifolia (Roxb.) Benth. and Hook.f.	०.१०	०.१०	११.४०	१७.२७	१४.६८	०.२९	२.३०	८०.५४	१.५०
५.	चेल	Aegle marmelos (Linn) Carr.	१.८२	०.१९	१०.५७	१६.०९	१३.१९	०.४७	२.४३	८२.७७	१.५७
६.	वागली	Aurogissus fatifolia wall.	२.५३	०.१८	७.१७	१०.७७	९.०१	०.४३	१.३३	८८.०१	०.९९
७.	पलास	Butea monosperma (Lam.) Kuntze.	२.६३	०.४३	१६.७५	२५.२३	२०.७५	०.६३	३.८५	७५.९८	०.०२
८.	आबनूर	Diospyros embry- opteris Peis.	१.७६	०.३३	१९.०७	२८.३१	२४.२१	१.१९	१.१३	७१.२१	२.०९
९.	कौतू (लेंडु)	Diospyros melan- oxylon Roxb.	१.८५	०.३३	१७.८२	२६.५३	२४.२१	१.१९	१.१३	७१.२१	२.०९
१०.	गूलर (जम्बर)	Ficus glomerata Roxb.	४.१४	०.३६	८.१३	१२.३४	१०.१३	०.६९	१.५२	८८.१६	०.०१
११.	चिलबिल	Holoptelia integri- folia planch.	२.८४	०.२२	७.८१	१२.५६	६.६४	१.२८	४.६४	८६.६६	०.६१
१२.	गूला	Kydia calycina Roxb.	१.६७	०.४१	२४.५७	३६.५७	३३.२५	१.९६	१.३३	५९.८१	३.५६
१३.	गिहूरी	Mallotus Philippin- esis (Lam.) Mnell. Arg	२.४३	०.१४	५.७६	८.८४	६.८३	०.४१	१.६०	९०.९१	०.८१
१४.	आम	Mangifera Indica (Linn)	२.३९	०.४४	१८.३७	२७.७९	२३.१७	१.३४	३.२८	६९.१२	२.३२
१५.	फंडी	Protopsis Spicigera Linn.	२.२७	०.४४	१९.३९	३१.००	१८.६३	२.२३	१०.१४	६५.९२	२.५१

क्रम संख्या	नाम	वाणिज्यिक नाम और जाति	रास %	$\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{\% \text{H}_2\text{O}}$	$\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{\% \text{H}_2\text{O}}$	वित्तीय लक्षण	K_2CO_3 पोटैशियम कार्बोनेट	Kcl पोटैशियम क्लोराइड	K_2SO_4 पोटैशियम सल्फेट	अविलेय अंश	जल
१६.	मोस्त बलूत	Quercus Floribunda Wall. (Quercus dilatata Lndl)	१.१६	०.१५	१२.९६	१९.६०	१६.४८	०.७४	२.३८	७४.१३	५.५०
१७.	साल	Shorea Robusta Gaertn.	०.४९	०.०३	६.७५	१०.४६	७.६९	०.२९	२.४८	८६.१०	२.७६
१८.	बहेरा	Terminalia Bellirica (Gaertn.)	१.२९	०.०५	४.८४	७.३२	६.०४	०.५१	०.७७	९४.६२	०.००
१९.	लारेल	Terminalia Tomen- tosa	२.३४	०.३३	१४.१०	२१.३८	१६.८०	२.३५	२.२३	७५.९०	२.६७
२०.	कटबेर	Zizyphus Xylopyris	१.९८	०.२१	९.९५	१५.०६	११.६०	२.१२	१.३४	८२.८१	१.४६
२१.	अमलतास	Bassia fistula Linn.	१.६०	०.१३	८.२९	१२.४९	१०.७८	०.१८	१.५३	८५.००	३.१२
२२.	कुरची	Holarrhena antidys- enterica wall.	४.६०	०.५२	११.३७	१७.५०	१०.८२	४.२०	२.४८	८०.७४	१.७९

राख में पोटाश

पेड़-पौधों की वृद्धि में पोटैसियम लवणों का बहुत बड़ा हाथ है। पहले-पहल खाद के रूप में पोटाश लवणों का उपयोग प्रायः सन् १८६० ई० में शुरू हुआ। सन् १८६१ ई० से ही जर्मनी से पोटाश लवणों का निर्यात शुरू हुआ। ये पोटाश लवण पौधों में रहते हैं। जब तक पौधे जीवित रहते पोटाश लवण पौधों से निकलते नहीं। पौधों के मर जाने पर ही घुलकर पोटाश लवण सौघ्रता से निकल जाते हैं। बड़ी अल्पमात्रा में पोटाश लवण मिट्टी में रहते हैं। मिट्टी की उर्वरता के लिए मिट्टी में पोटाश लवण का रहना आवश्यक है। उर्वरता के लिए मिट्टी में ०.०१ प्रतिशत पोटाश लवण रहना चाहिये। साधारणतया ०.०१५ प्रतिशत पोटाश लवण मिट्टी में रहते हैं। पर बार-बार पौधों के उगाने से पोटाश लवणों की मात्रा कम हो जाती है। इस कारण उर्वरता कायम रखने के लिए पोटाश लवणों को खाद के रूप में मिट्टी में देने की जरूरत पड़ती है। प्रति एकड़ प्रायः १-२५ पाउण्ड पोटाश खाद देने से काम चल सकता है। आधुनिक अन्वेषणों से पता लगता है कि पोटैसियम का एक समस्थानिक (Isotope) अल्प रेडियम धर्मी होता है जिससे बीटा-किरणें निकलती हैं। इस रेडियम धर्मिकता के कारण ही खाद में पोटाश लवणों का उपयोग है।

पोटाश लवणों से पौधों के काष्ठ-अंश और फलों के छाल का विकास होता है। नाइट्रोजन के अत्यधिक प्रभाव को यह रोकता है। प्रकाश-संश्लेषण और स्टार्च के संक्रमण (Transfer) के लिए यह आवश्यक है। इसने तेल, प्रोटीन और अलव्यु-मिनायड के संश्लेषण में सहायता मिलती है। इससे क्लोरोफिल का विकास होता है और तने (Stem) का कड़ापन बढ़ता है। पोटाश लवण अधिकोश डंठल (Stalk) में ही रहता है।

रोगों के आक्रमण रोकने में पोटाश लवणों से सहायता मिलती है। इससे परिपक्वता (Maturation) रक्ती और वृद्धि-काल की वृद्धि होती है। पाला और सूखा दोनों दशाओं में पोटाश लवणों से हानि कम होती है। कुछ पौधों, जैसे कपास और घान, के लिए पोटाश लवण अच्छे खाद समझे जाते हैं। पोटाश लवणों से अनाज के दाने और फल उत्कृष्ट कोटि के बनते हैं। शकरकन्द, चुकन्दर, ककड़ी, टोमाटर, सेब, आड़ू (Peaches), अंगूर आदि फलों के रंग और स्वाद उत्तम होते हैं।

पोटाश लवण औषधियों में भी प्रयुक्त होते हैं। पोटाश आयोडाइड मूत्रल (Diuretic) होता है। पोटाश सोमाइड, शमकारक (Sedative), स्वापक

(Hypnotics) और पीड़ानाशक (Pain killer) होता है। पोटाश वाइ-कार्बोनेट और पोटाश साइट्रेट भी औषधियों में प्रयुक्त होते हैं।

पोटाश साइट्रेट बारूद का एक आवश्यक अंग है। पर्याप्त मात्रा में आज बारूद के बनाने में शोरा खर्च होता है। आतशबाजी में भी पोटाश लवण प्रयुक्त होते हैं।

सप्ताह में पोटाश की उपलब्धि सीमित है। चट्टानों में पोटैशियम सिलिकेट रहता है। ग्रेनाइट नामक चट्टान में १.७ से ३.१ प्रतिशत पोटाश रहता है। अवशेष में पोटाश रहता है। चट्टानों के बिखरन (weathering) से चट्टानों से मिट्टी में पोटाश आता है। चट्टानों के सिलिकेट धीरे-धीरे मिट्टी और पोटाश कार्बोनेट में परिणत होते रहते हैं। मिट्टी से जड़ों के द्वारा पोटाश पौधों में आता है। पौधों के जलाने पर यह राख में रह जाता है। अम्लीय और रेवतचीनी में अम्लीय पोटाश औक्जलेट, अंगूर में अम्लीय पोटाश टार्ट्रेट और राख में पोटाश कार्बोनेट, पोटाश क्लोराइड और पोटाश सल्फेट के रूप में पोटाश रहता है। रूस, कनाडा, ट्रैन्सिल्वेनिया आदि देशों में राख से पोटाश लवण प्राप्त होता है। जन्तुओं के रक्त में भी बड़ी अल्प मात्रा में, ०.०२२ प्रतिशत, पोटाश रहता है। जन्तुओं के दूध में भी प्रायः इसी मात्रा में पाया जाता है। भेड़ों के पत्नीने में पर्याप्त पोटाश रहता है। भेड़ों के ऊन में प्रायः ५ प्रतिशत तक पोटैशियम कार्बोनेट पाया जाता है। ऊन के धोने से एक-समय पोटैशियम लवण प्राप्त होते थे।

समुद्र-जल में पोटाश रहता है। वहाँ से वह समुद्री पौधों में आता है। ऐसे पौधों की राख से पोटाश लवण तैयार किया जा सकता है। छोआ में भी पोटाश रहता है। सीछा (बागास) की राख में पोटाश लवण पर्याप्त मात्रा में रहता है और उससे तैयार किया जा सकता है।

कुछ पोटाश लवण खानों से निकलते हैं। ऐसी खानें बड़ी सीमित हैं। सैक्सनी के स्टास्फर्ट में और अलसाक के मलहाउस में (Malhouse) पोटैशियम लवणों के निक्षेप पाये गये हैं और वे निकाले जाते हैं। अल्प मात्रा में कार्बोना, स्पेन, ईस्टर्न गैलिशिया, कॅलिफोर्निया, पॅलेस्टाइन के 'डेड सी' और यूराल के 'एल्टन' झील में पोटाश लवण पाया जाता है। स्टास्फर्ट में जो खनिज पाया जाता है उसका नाम कार्बोलाइट है। उसमें १४ प्रतिशत शुद्ध पोटैशियम रहता है। अलसाक और गैलिशिया में जो खनिज पाया जाता है उसका नाम 'सिल्वान' है। पोटाश लवण का एक दूसरा खनिज 'कैनाइट' (Kainite) है। भारत के कुछ स्थलों पर एक भुरभुरी मिट्टी 'नोनी मिट्टी' जाड़े के दिनों में जमी हुई पायी जाती है। इस नोनी मिट्टी से नोनीया गाँव-गाँव शोरा तैयार करते हैं। यह कच्चा शोरा है। इसकी सफाई

से कलमी शोरा प्राप्त होता है। फिर कारखाने में कलमी शोरे की सफाई होकर शुद्ध शोरा प्राप्त होता है जिससे बालूद तैयार किया जा सकता है।

शोरे से नाइट्रिक अम्ल भी तैयार होता है। नाइट्रिक अम्ल के साथ-साथ पोटैशियम सल्फेट बनता है। पोटैशियम सल्फेट से फिटकरी बनती है। पानी की सफाई में फिटकरी का उपयोग विस्तृत रूप से होता है। पोटाश लवणों का उपयोग फोटोग्राफी में भी होता है।

राख से पोटाश

ऊपर कहा गया है कि कुछ देशों में राख से पोटाश प्राप्त किया जाता है। भारत में भी राख से पोटाश प्राप्त करने के उद्देश्य से देहरादून के फारेस्ट रिसर्च इन्स्टीट्यूट में अनुसन्धान हुए हैं। इस सम्बन्ध में विचारणीय बातें निम्नलिखित हैं —

- (१) राख में पोटाश की मात्रा कितनी है ?
- (२) पेड़-पौधों और कोयले में राख की मात्रा कितनी है ?
- (३) राख के संग्रह में कितना खर्च पड़ता है ?
- (४) क्या बड़े पैमाने पर राख प्राप्त हो सकती है ?
- (५) पेड़-पौधे के कौन अंग राख के लिए इस्तेमाल हो सकते हैं ?

कुछ पेड़-पौधे ऐसे हैं जिनमें राख की मात्रा कम रहती है। कुछ ऐसे हैं जिनमें राख की मात्रा अधिक रहती है। कुछ राख में पोटाश की मात्रा कम रहती है और कुछ में अधिक। अतः पेड़-पौधों में राख की मात्रा के आधार पर ही पोटाश की मात्रा निर्धारित की जा सकती है। पोटाश लवण के उत्पादन का मूल्य राख के संग्रह के खर्च और पेड़ या राख के परिवहन के मूल्य पर निर्भर करता है। जिस काठ से अधिक पोटाश प्राप्त हो सकता है उसकी सुलभ प्राप्ति भी एक महत्व का विषय है। कुछ दशा में उन पौधों को जलाने में जो घास-पात के रूप में उपजते हैं कोई हानि नहीं होती पर कुछ उपयोगी पौधों को पूर्ण रूप से जला देना वांछनीय नहीं होता। ऐसे पौधे की शाखाएँ और पत्तें ही जलाने के लिए प्राप्त हो सकते हैं। जो बड़े-बड़े पेड़ होते हैं उन की लकड़ियाँ अधिक मूल्यवान् और उपयोगी होती हैं। ऐसे पेड़ों की शाखाएँ और पत्तें ही जलाने के लिए प्राप्त हो सकते हैं।

जिन पौधों के समस्त अंग राख के लिए प्राप्त हो सकते हैं उनकी सूची सारणी एक में दी हुई है। ऐसे पौधों में अडस, नागदोन, गन्धेला, लष्पाना, वननिम्बु सरलता से बहुत बिखरे हुए पाये जाते हैं। इनकी राख में पोटाश की मात्रा पर्याप्त रहती है। इनसे पोटाश-लवण प्राप्त किया जा सकता है।

अपंग, कंटाचोलाई, कोरन्टा, पित्तापड़ा भी सामान्य घास हैं। इनकी राख में भी पोटाश की मात्रा पर्याप्त रहती है पर इनका संग्रह कुछ कठिन मालूम होता है।

शाख और पत्ते की राख

मदार, चकंदर, बघुआ, बिटा, निरगुन्डा, नीलकंठी की राख में पोटाश की मात्रा अच्छी रहती है। उनसे पोटाश लवण निकाला जा सकता है। भांग, भण्ट, दूधी और दूधी बेला की राख में यद्यपि पोटाश की मात्रा अधिक नहीं रहती पर राख की मात्रा अधिक होने के कारण उनसे पोटाश-लवण निकाला जा सकता है।

पत्ते की राख

पत्ते की राखों में सिन्दुरी और केले में यद्यपि राख की मात्रा कम है पर राख में पोटाश की मात्रा पर्याप्त रहने के कारण उनसे पोटाश निकाला जा सकता है।

अम्लतास और कुरची की राख में भी पर्याप्त पोटाश-लवण रहता है और उससे पोटाश-लवण प्राप्त किया जा सकता है।

राख से पोटाश-लवण प्राप्त करने का कार्य ऐसा होना चाहिये कि कम से कम खर्च में वह किया जा सके। इस प्रकार के तीन क्रम हैं।

पहले क्रम में पेड़-पौधों को जलाकर राख बनायी जाती है।

दूसरे क्रम में राख को जल के उपचार से अविलेय लवणों को पृथक् किया जाता है। इस प्रकार को विक्षालन कहते हैं।

तीसरे क्रम में लवणों का मणिनीकरण होता है।

राख बनाने के लिए पेड़-पौधों, शाखों और पत्तों को पहले वायु में सुखा लेते हैं। सूख जाने पर उन्हें जलाकर राख प्राप्त की जाती है। गड़बों अथवा अंगोठी में भी काठ और कोयले को जलाकर राख प्राप्त की जा सकती है। अनेक कारखानों में जहाँ लकड़ी इस्तेमाल होती है बड़ी मात्रा में राख प्राप्त होती है। ईंट के भट्ठों, चूने के भट्ठों, लोहे के कारखानों और चाय-बागों में राख बनती और सरलता से प्राप्त हो सकती है। इन्हें पोटाश-लवण की प्राप्ति में प्रयुक्त कर सकते हैं।

विक्षालन प्रक्रम काठ के बड़े-बड़े टवों में, अथवा धरती में गड़े विशेष कड़ाहों में सम्पादित किया जाता है। इन पात्रों में राख को रखकर उस पर पानी डाला जाता है। पानी की मात्रा राख में पोटाश-लवण की मात्रा पर निर्भर करती है। राख को समय-समय पर प्रक्षुब्ध करते रहते हैं ताकि समस्त अविलेय अंश पानी में घुलकर निकल आवे। अविलेय अंश को फिर स्थिर होने के लिए कुछ समय के लिए छोड़ देते हैं। जब अविलेय अंश नीचे बैठ जाता है तब ऊपर के स्वच्छ विलयन को निकाल लेते हैं।

अविलेय अंश को दो बार और ताजा पानी से धोकर विलेय अंश को निकाल लेते हैं। यदि पानी की मात्रा आवश्यकता से अधिक नहीं प्रयुक्त हुई है तो विलयन का घनत्व $1.0-2.0$ बीमे रहता है। यदि यह घनत्व प्राप्त हो तो उस विलयन को ताजी राख के घने के लिए एक बार फिर इस्तेमाल करते हैं।

विदेशों में जो रीति प्रयुक्त होती है वह इससे कुछ भिन्न है। वहां राख पर पानी छिड़क कर मिगाते हैं। जब राख एक सा भीग जाती है तब उसे पीपे में रखते हैं। पीपे में पेंदा नहीं होता। पेंदा पुयाल से ढंका होता है। पीपे की भीगी राख में अब पानी (सज्ज जल हो तो अच्छा होता है) डालते हैं। जैसे जैसे पानी पीपे में नीचे गिरता है पोटैसियम के विलेय लवणों को घुला कर लेता जाता है। यह विलयन पेंदे में इकट्ठा होता है।

प्रस्तुत लेखक के विचार में राख से पोटैसियम लवणों को निकालने के लिए वही रीति अच्छी है जिस रीति से नोनीया नोनी मिट्टी से शोरा निकालते हैं। इसके लिए नोनीया मिट्टी की एक टंकी घरती तल के ऊपर बनाते हैं। यह टंकी प्रायः डेढ़ से दो फुट गहरी होती है। इसकी गव ऐसी नत होती है कि विलयन चूकर एक स्थान पर एक नाँद में इकट्ठा होता है। इस टंकी को पहले पुयाल से और पीछे सूखे पत्ते से भरकर उस पर नोनी मिट्टी की तह प्रायः ४, ५ इंच की बँठा देते हैं। मिट्टी की तह को ऐसे दबा देते हैं कि उसमें पानी धीरे-धीरे प्रवेश करे। मिट्टी के दबाने में अनुभव की आवश्यकता होती है। मिट्टी ऐसी कड़ी दबी न हो कि पानी उसमें प्रवेश ही न करे और न वह इतनी कम दबी हो कि पानी शीघ्र ही निकल जाय। अब मिट्टी की तह को पानी से भर देते हैं। पानी धीरे-धीरे मिट्टी में प्रवेश कर शोरे और नमक को घुलाकर पेंदे में जाकर नत गव के कारण बहकर एक किनारे नाँद में इकट्ठा होता है। मेरे विचार में इसी रीति से राख से पोटैसियम लवणों के निकालने में खर्च कम पड़ेगा और समय की बचत होगी।

अब विलयन को जिसका घनत्व $1.0-2.0$ बीमे रहता है सीमेंट के कड़ाहों में धूप में सूखने के लिए छोड़ देते हैं। लोहे के कड़ाहों में भी आँच से विलयन को गाढ़ा कर सकते हैं पर इसमें खर्च पड़ता है। इंधन भी खर्च होता है और लोहे का कड़ाह भी सीमेंट कड़ाह से महंगा पड़ता है। सीमेंट के कड़ाहों में एक अमुविधा यह है कि उद्घा-पन में समय अधिक लगता है। यदि राख से पोटैसियम लवण निकालने का काम वैसे ही हो जैसे नोनीया गांवों में नोनी मिट्टी से शोरा निकालते हैं तो उत्पादन-मूल्य बहुत कुछ कम हो सकता है।

लकाड़ी या पत्ते के जलाने में जो गरमी उत्पन्न होती है यदि उसे विलयन के गाढ़ा

करने में इस्तेमाल करें तो उत्पादन-मूल्य और भी कम किया जा सकता है। यदि राख को उष्ण जल से विक्षालित करें तो लवण का निष्कासन अधिक उत्तम और अधिक शीघ्रता से होगा।

राख से विलेय लवणों के निकाल लेने पर जो अविलेय अंश बच जाता है उसमें भी कुछ पोटेश, फास्फेट आदि रहते हैं। इसे खाद के लिए प्रयुक्त कर सकते हैं।

इस प्रकार से प्राप्त पोटेश-लवण अशुद्ध होता है। इसे किसी केन्द्रीय कारखाने में ले जाकर आधुनिक साधनों के उपयोग से शुद्ध लवण प्राप्त कर सकते हैं जिसका उपयोग औषधियों और फोटोग्राफी में हो सके।

दसवाँ अध्याय

हड्डी का कोयला

हड्डियाँ दो प्रकार की होती हैं, कोमल और कठोर। मछली, तिमि (ह्वेल), और अन्य समुद्री प्राणियों की हड्डियाँ कोमल होती हैं। अन्य प्राणियों की हड्डियाँ कठोर होती हैं। कठोर हड्डियों के साथ कुछ कोमल हड्डियाँ भी होती हैं। वस्तुतः ये कोमल हड्डियाँ वास्तविक हड्डियाँ नहीं हैं। इन्हें कासिय या कार्टिलेज कहते हैं।

कोयला बनाने के लिए कठोर हड्डियाँ ही उपयुक्त होती हैं। बहुत दिनों से वायु में रखी अथवा धरती में गड़ी हड्डियाँ कोयले के लिए ठीक नहीं हैं। इनसे अच्छा कोयला नहीं बनता। बहुत दिनों तक वायु में रखने अथवा मिट्टी में गड़ी हड्डियों का अंशतः विच्छेदन हो जाता है। इस कारण इनसे बने कोयले में कार्बन की मात्रा कम रहती है। कम उम्र के पशुओं में कासिय की मात्रा अधिक रहती है और खनिज-लवणों की कम। अधिक उम्र के पशुओं में वसा अधिक रहती है।

अस्थि का विश्लेषण

	कच्चा हड्डी का चूर्ण	भाप उपचारित हड्डी का चूर्ण
जल	९.१०	६.३०
कार्बनिक पदार्थ (नाइट्रोजन के साथ)	३५.९६ (४.२७)	१२.९० (१.३८)
फास्फोरिक अम्ल (कैल्सियम फास्फेट के साथ)	२२.०० (४८.०४)	३२.१० (७०.०१)
चूना	२९.२०	४१.०७
मैगनीशिया, अल्कली आदि	२.७४	६.५८
अविलेय सिलिका पदार्थ	१.००	०.१५

कास्मि में प्रधानतया कार्बन, आक्सिजन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन रहते हैं। अल्प मात्रा में गन्धक रहता है। इनकी मात्रा निम्नलिखित रहती है।

	प्रतिशत
कार्बन	५०
आक्सिजन	२५
नाइट्रोजन	१७.५
हाइड्रोजन	७.०
गन्धक	०.२
	<hr/>
	११.७
	<hr/>

इतिहास

लोविज (Lowitz) ने सन् १७९२ में पहले-पहल देखा कि उद्भिद् कोयले में रंग और गंध दूर करने की क्षमता विद्यमान है। इसके बाद तुरन्त ही गिलोन (Guillon) ने यह सुझाव रखा कि चीनी के विलयन के रंग के दूर करने में लकड़ी का कोयला प्रयुक्त होना चाहिए। सन् १७९३ ई० में केहल्स (Kehls) ने बताया कि जान्तव कोयले में भी रंग दूर करने का गुण है। सन् १८११ में फिगायर (figuer) ने बताया कि उद्भिद् कोयले से जान्तव कोयले में रंग दूर करने की क्षमता अधिक होती है। सन् १८२२ में पता लगा कि रंग दूर करने का गुण कोयले की भौतिक संरचना, सरल्यता और विभाजन की सूक्ष्मता पर निर्भर करता है। सन् १८५७ में स्टेनहौस (Stenhaus) ने बताया कि जान्तव कोयले में खनिज लवणों के अधिक रहने से कार्बन का संपुजन (Agglomeration) नहीं होता इससे रंग दूर करने की क्षमता उसमें बढ जाती है। यह देखा गया कि जो कोयला बहुत ऊँचे ताप तक गरम करने से न्यूनाधिक मात्रा में ग्रेफाइट में परिणत हो जाता है, उसमें

सन् १८२८ ई० में डुमों (Dumont) ने सुझाव रखा कि जान्तव कोयला दानेदार रूप में प्राप्त हो सकता है और चूर्ण के स्थान में दानेदार कोयले का व्यवहार हो सकता है। उसी समय डुमों और शाट्टेन (Schatten) ने यह भी सुझाव दिया कि दानेदार अस्थि-कोयले का पुनर्जीवितकरण करके उसका फिर उपयोग किया जा सकता है।

लगभग १८५५ ई० में नियमित रूप से अस्थि-कोयले का उपयोग उद्योग-धर्मों में होने लगा। अब अनेक प्रकार से अस्थि-कोयला बनने लगा। अस्थि-कोयले को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और पानी से धोकर व्यवहार में लाने लगे। ऐसा कोयला बहुत सरल और मन्द चमक का होता था। उदासीन अथवा अम्लीय विलयन में यह अच्छा विरंजक होता था। ऐसे कोयले को जल के बबयनांक के ऊपर गरम करने से उसकी सरलता और रंग दूर करने की क्षमता बहुत कुछ नष्ट हो जाती थी।

अस्थि-कोयला का निर्माण

हड्डियाँ जब कारखाने में आती हैं तब उन्हें क्रम से अलगते हैं। कठोर हड्डियों को एक तरफ और कोमल हड्डियों को दूसरी तरफ रखते हैं। अब उन्हें दलते हैं। दलने के बाद मशीन से काटते हैं। इससे हड्डियाँ कटकर छोटी-छोटी कुछ इंचों की लम्बाई की हो जाती हैं।

हड्डी के इन टुकड़ों को उवालकर अथवा किसी विलायक द्वारा निष्कर्ष निकालकर तेल और चर्बी से मुक्त कर लेते हैं। भाप के साथ-साथ विलायकों को प्रयुक्त करते हैं। नैफथा और पेट्रोलियम बेंजाइन उपयुक्त विलायक हैं। गुरुत्व द्वारा विलायक को पृथक् कर लेते हैं। क्योंकि यह पानी से हलका होता है। विलायक और जल को उवालकर निकाल लेने पर शुद्ध तेल और चर्बी प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया से कास्मि (कास्टिलेज) में कोई विकार नहीं आता। वह ज्यों का त्यों रह जाता है।

अब हड्डी को भमके में रखते हैं। भमका क्षैतिज अथवा ऊर्ध्वाधार हो सकता है। भमके वैसे ही होते हैं जैसे लकड़ी के कोयले बनाने में प्रयुक्त होते हैं। भमके की संख्या पाँच से सात रहती है। ऊर्ध्वाधार भमके में २॥ हंडरवेट और क्षैतिज भमके में ५ हंडरवेट हड्डियाँ रखी जाती हैं। हड्डियों को रखकर भमके को सावधानी से घन्द कर देते हैं, ताकि उसमें वायु प्रवेश न कर सके।

भमकों को अब धीरे-धीरे गरम करते हैं। उसका ताप बढ़ाकर रक्तीष्ण पर ले जाते हैं। इसी ताप पर हड्डी का भंजक आसवन होता है। ऊर्ध्वाधार भमके में ६ से ८ घंटा और क्षैतिज भमके में ८ से १० घंटा समय लगता है।

भभके से गैसों निकलकर आम्भस प्रनाड (Hydraulic mains) में जाती है और वहाँ से संपनित्र में। वहाँ से फिर भार्जकों (Scrubbers) में जिसमें कोक भर रहता है। यहां ही अस्थि-तेल का पृथक्करण होता है। यहां से फिर गैसों अमोनिया भार्जकों में जाती है। ये गैसों फिर शोधित होकर ऊप्मा और प्रकाश के लिए प्रयुक्त होती हैं। गैसों का शोधन वैसे ही होता है जैसे पत्थर के कोयले से बनी गैसों का शोधन होता है जिनका विस्तृत वर्णन आगे होगा।

हड्डी से ६० प्रतिशत अस्थि-कोयला, २० प्रतिशत गैस, ६ प्रतिशत अलकठरा, ३ से ५ प्रतिशत अस्थि-तेल और प्रायः ८ प्रतिशत अमोनिया (अमोनियम सल्फेट के रूप में) प्राप्त होता है। अस्थि-कोयले में २० से २५ प्रतिशत धूल रहती है। ऐसा ताजा अस्थि-कोयला प्रति टन ४८ से ५४ घन फुट स्थान घेरता है।

भंजक आसवन से हड्डी के खनिज लवणों में कोई रासायनिक परिवर्तन नहीं होता अथवा बहुत अल्प होता है। कार्बनिक अवयवों में पर्याप्त परिवर्तन और सुधार होते हैं। हड्डी का कार्बन अंशतः कैल्सियम फास्फेट के साथ घनिष्ठ आयोजित (Associated) हो जाता है। कार्बन का कुछ अंश हाइड्रो कार्बनों में परिणत हो गैसों में निकल जाता है। कुछ कार्बन आक्सीजन के साथ संयुक्त होने से कार्बन के आक्साइड बनते हैं। कुछ कार्बन नाइट्रोजन के साथ संयुक्त हो सायनामाइड बनता है अथवा एमिनो या नाइट्रोजन यीगिकों में परिणत हो जाता है।

हड्डी का अधिकांश नाइट्रोजन अस्थि-तेल और तारकोल में रहता है। कुछ अमोनिया बनकर और कुछ सायनामाइड रूप में निकल जाता है। कुछ नाइट्रोजन अस्थि-कोयले में ही रह जाता है।

अस्थि-काल का औमत संपटन इस प्रकार होता है—

	प्रतिशत
कैल्सियम फास्फेट	७०-७५
कार्बन	९-११
जल	८
सिलिका	०.५
कैल्सियम सल्फेट	०.२५
लोहे के आक्साइड	०.१५
कैल्सियम सल्फाइड	०.१ से कम

इसका रंग हलका काले रंग का होता है। इसकी राख सफेद या मलाई के रंग की होती है। इसकी भौतिक बनावट दृढ़ और सरलता ऊंची डिगरी की होती है।

पीटने में धानु भी ध्वनि निकलती है। इसकी धूल को पेंट या ग्राउ के लिए प्रयुक्त है।

कोयले की प्रकृति बहुत कुछ अस्थि की प्रकृति पर निर्भर करती है। मिश्र-मिश्र के अस्थि-नाल (बोन-मार्क) में थोड़ा अन्तर अवश्य होता है जैसा विस्तरेण के लिग्निन आंशों में प्राप्त होता है।

	इंग्लैण्ड का अस्थि-नाल प्रतिगत	अमेरिका का अस्थि-नाल प्रतिगत	आस्ट्रिया का अस्थि-नाल प्रतिगत
यम फास्फेट	१०.७६	९.२८	९.३०
रि	७३.१०	७५.१०	७५.००
यम कार्बोनेट	०.२९	०.३०	०.४०
यम मल्लेट	८.६९	७.४०	६.२३
यम मन्काइड	०.०५	०.१०	०.०८
यम आयोडाइड	०.०३	—	०.०१
यम फास्फेट	—	०.९१	—
यम आयोडाइड	६.०८	—	—
यम आयोडाइड	०.१६	०.३४	०.२३
लवण	०.४४	—	—

न दिनों तक इस्तेमाल करने के बाद उमरा गंधकन कुछ बदल जाता है।

'प्रारूपिक' (Typical) नमूने का विस्तरेण यह है—

	प्रतिगत
कार्बन	११.५०
रेत आदि	०.७५
कैल्शियम फास्फेट	८२.००
कैल्शियम कार्बोनेट	२.७०
कैल्शियम मल्लेट	०.६५
कैल्शियम सल्फाइड	०.११
फेरिक आयोडाइड	०.४७

अस्थि-नाल की क्रिया

का कोयला रंग कैसे दूर करता है इस पर मिश्र-मिश्र समय में मिश्र-मिश्र किये गये हैं। सन् १८६५ ई० में वॉलेस (Wallace) ने यह सुझाव रखा

था कि इस कोयले में कार्बन और नाइट्रोजन का एक योगिक रहता है जो वस्तुतः रंग को दूर करता है। पैटर्सन (Patterson) ने ऐसे कोयले से नाइट्रोजन वाले एक पदार्थ का पृथक्करण भी किया जो रंग दूर करने में अधिक सक्रिय पाया गया था। होर्टन (Horton) का मत है कि रंग दूर करने की क्षमता सक्रिय कार्बन के कारण होती है। नाइट्रोजन के पदार्थों से पुनरुत्तापन पर कार्बन के सक्रिय बनाने में सहायता मिलती है। इसकी पुष्टि अन्य लोगों ने भी की है। पर यह मत आज मान्य नहीं है।

एक दूसरा सिद्धान्त यह है कि कार्बन की सूक्ष्म केशाओं में रंग के श्लेष्मीय अणु छलस कर निकल जाते हैं। यहाँ रंग का निकलना केवल यांत्रिक होता है। यदि ऐसी बात हो तो कम कार्बनवाला अस्थि-काल भी सामान्यतः सक्रिय होना चाहिए। पर देखा जाता है कि कम कार्बनवाले अस्थि-काल में रंग दूर करने की क्षमता बड़ी अल्प होती है। अश्लेषाभीय कारामेल का रंग भी अस्थि-काल से निकल जाता है। पर कारामेल का रंग अत्यूमिनियम हाइड्राक्साइड से नहीं निकलता। कुछ पदार्थों का रंग अस्थि-काल से निकल जाता है और कुछ का नहीं निकलता। इसकी व्याख्या इस सिद्धान्त से नहीं की जा सकती। अतः यह सिद्धान्त भी मान्य नहीं है।

एक तीसरा सुझाव यह है कि अस्थि-काल के रन्ध्रों में कार्बन डाइ-आक्साइड और आक्सीजन संघनित रहते हैं। कार्बन डाइ-आक्साइड चूने के साथ मिलकर अविलेय कैल्सियम कार्बोनेट का अवक्षेप देकर चूने को निकाल देता और आक्सीजन रंग के साथ मिलकर रंग को विरंजित कर देता है। कार्बन डाइ-आक्साइड कोयले पर कैसे संघनित है इसकी कोई व्याख्या नहीं दी गयी है। अस्थि-काल से आक्सीजन को पूर्णतया दूर करना सम्भव नहीं है। बड़े अल्प दबाव और निम्न ताप पर भी आक्सीजन का निकलना पूर्ण रूप से नहीं होता। कुछ लोगो का सुझाव है कि कोयले में सक्रिय आक्सीजन का कारण हाइड्रोजन पेराक्साइड की उपस्थिति है, पर हाइड्रोजन पेराक्साइड स्वयं अस्थि-काल से विच्छेदित हो जाता है। संघनित गैस का सिद्धान्त भी आज मान्य नहीं है।

ऐसा मालूम होता है कि अस्थि-काल द्वारा रंग दूर करने में रासायनिक प्रतिक्रियाओं का हाथ अवश्य है, पर वह गौण है। प्रमुख हाथ भौतिक गुणों का है जो तल पर और तल के अवशोषण गुणों पर निर्भर करता है।

रंग दूर करने के लिए अस्थि-काल का विस्तार ऐसा होना चाहिए कि अस्थि की कोशीय संरचना सुरक्षित रहे। इसके लिए इसका विस्तार १६ से २० अक्षि का होना चाहिए। यदि विस्तार इससे छोटा है तो उससे छानने की क्रिया बड़ी मन्द हो जाती है। अस्थि-काल की दक्षता उसके दाने के विस्तार, छानने के ताप और विलयन के

सान्द्रण की डिगरी पर निर्भर करती है। अस्थि-काल न बहुत मोटा होना चाहिए और न बहुत महीन।

यदि अस्थि-काल को सूक्ष्मदर्शी से देखा जाय तो उसमें अनेक कीटर देख पड़ेंगे जो बहुत छोटे-छोटे नलियों अथवा नालियों (Channels) से जुटे रहते हैं। ये सब कैल्सियम फास्फेट और कैल्सियम कार्बोनेट के बने होते हैं। ये सब बहुत सूक्ष्म-दशा में विभाजित कार्बन के निक्षेप (Deposit) से आच्छादित होते हैं। अस्थि-काल का तल बहुत विस्तृत होता है।

अस्थि-काल में विभिन्न वस्तुओं के अवशोषण की क्षमता चरणात्मक (Selective) होती है। इसका आशय यह है कि एक अस्थि-काल एक रंग के अवशोषण से जब पूरा संतृप्त हो जाता तब उस रंग को वह और अवशोषित नहीं करता पर दूसरे रंग अथवा लवण को वह अब भी अवशोषित कर सकता है।

अस्थि-काल की परिशोधन क्षमता उसके सक्रियित कार्बन पर निर्भर करती है। यदि अस्थि-काल को वायु में जला दिया जाय तो उसका सारा कार्बन जलकर केवल कैल्सियम फास्फेट रह जाता है। इस फास्फेट में रंग दूर करने की क्षमता नहीं होती अथवा बड़ी अल्प रहती है, यद्यपि धुले लवणों को यह भरलता से निकाल सकता है। यदि फास्फेट को अम्ल द्वारा घुलाकर निकाल डालें तो अवशिष्ट कार्बन में रंग दूर करने की क्षमता विद्यमान रहती है यद्यपि इसकी मात्रा अपेक्षया कम रहती है, क्योंकि कार्बन अब अधिक तल पर फैला हुआ नहीं रहता।

साधारणतया अस्थि-काल में कार्बन की मात्रा १० प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए। कुछ लोगों का विश्वास है कि १० प्रतिशत से अधिक रहने से अवशोषण क्षमता कम हो जाती है, पर यह धारणा ठीक नहीं है। अवशोषण क्षमता कार्बन की मात्रा पर नहीं बल्कि सक्रियित कार्बन की मात्रा, तल की परिस्थिति, फास्फेट के ढांचे पर कार्बन कणों के वितरण पर निर्भर करती है।

अस्थि-काल पर जो कार्बन रहता है उसके साथ कुछ हाइड्रोजन और नाइट्रोजन भी मिले रहते हैं। उच्च ताप पर गरम करने से ये विघटित होकर निकलते नहीं हैं।

अस्थि-काल के कार्बन का सम्भवतः १/१० अंश कार्बन और नाइट्रोजन के यौगिक के रूप में रहता है। बार-बार के उपयोग और पुनर्जीवन से इस यौगिक की मात्रा कम होकर दो प्रतिशत या इससे कम हो सकती है। यह नाइट्रोजन अवश्य ही कास्थि से आता है। कास्थि में १७ से १८ प्रतिशत नाइट्रोजन रहता है। किस रूप में नाइट्रोजन रहता है, इसका निश्चित ज्ञान हमें नहीं है। कुछ लोगों का मत है कि नाइट्रोजन 'सामनाइड' के रूप में रहता है। नये अस्थि-काल में अमोनिया और अमोनिया व

लवण, विशेषतः अमोनियम कार्बोनेट अवश्य रहते हैं। अस्थि-काल से अमोनिया को निकाल डालना आवश्यक होता है। पूर्ण प्रक्षालन बीर ऊँच दबाव के वाष्प से यह निकाला जा सकता है। अस्थि-काल के रन्ध्रों से अधिकांश गैसें निकल जाती हैं और उनका स्थान पानी ले लेता है। ऐसा करने से छानने में महायता मिलती है।

अस्थि-काल के उपयोग

अस्थि-काल के दाने ऐसे होने चाहिए कि वे सरल हो और जलने से सिकुड़ें नहीं; हाथ में धूने से टूटें नहीं और अम्लों से आनान्त न हों। उनमें लवणों के अवशोषण की क्षमता भी पर्याप्त रहनी चाहिए। सारे पुज में सक्रियकृत कार्बन एक सा बिखरा हुआ रहना चाहिए।

चीनी के परिष्कार में (१) नये अस्थि-काल प्रयुक्त होते हैं। ऐसे अस्थि-काल जो पहले कभी प्रयुक्त न हुए हों और हड्डी से बनकर सीधे आये हों। जो नया अस्थि-काल धो और जलाकर प्रयुक्त होने के लिए रखा हुआ है उसे (२) संचित अस्थि-काल (Stock char) कहते हैं। जो अस्थि-काल धोकर पुनर्जीवितकरण के लिए रखा हुआ है उसे (३) आद्र अस्थि-काल कहते हैं। जो अस्थि-काल जला और सुखाकर रखा हुआ है उसे (४) शुष्क अस्थि-काल कहते हैं। जिस अस्थि-काल का इतना उपयोग हुआ है कि उसका पुनर्जीवितकरण सम्भव नहीं है उसे (५) 'बीता या क्षयित अस्थि-काल' (Spent char) कहते हैं। क्षयित अस्थि-काल चीनी के परिशोधन में फिर प्रयुक्त नहीं होता। पर खाद के लिए प्रयुक्त हो सकता है।

नये अस्थि-काल के पूर्ण दहन पर खड़िया-सी सफेद राख प्राप्त होती है। क्षयित अस्थि-काल के पूर्ण दहन पर काँच सदृश और आरक्त वर्ण की राख प्राप्त होती है।

चीनी के परिष्कार में बड़े-बड़े ऊर्ध्वाधार बेलनों में अस्थि-काल रखे जाते हैं। ये बेलन ढालवा लोहे के या इस्पात पट्ट के बने होते हैं। उनकी ऊँचाई २० से २२ फुट की और व्यास ६ से १४ फुट का होता है। यदि व्यास बड़ा है तो ऊँचाई कम होती है। बेलन के आयाम (Dimension) में न्यूनाधिकता भी हो सकती है। यह बहुत कुछ छानने की गति, परिष्करणी के विस्तार, शर्करा विलयन की प्रकृति, अस्थि-काल की प्रकृति आदि पर निर्भर करता है।

छानने के शीर्ष और पेंदे दोनों संक्वाकार होते हैं। छानने में छेदवाले पट्ट पर अस्थि-काल रखा होता है। पट्ट पर पहले मोटा कम्बल और पीछे महीन बुना हुआ कम्बल रखा होता है। अस्थि-काल की धूलों को रोक रखने के लिए रुई के वस्त्र रखे

होते हैं। छनने का शीर्ष बन्द कर देते हैं। छनने के पेंदे में कई नर-छेद होते हैं जिनसे अस्थि-काल निकाला जाता है।

ऊपर से अस्थि-काल द्वारा रस गिर कर नीचे निकास-मार्ग से निकलता है। यह निकास-मार्ग छनने की २/३ इंच की ऊँचाई पर रहता है।

अस्थि-काल हाथों अथवा यंत्रों से छनने में रखा जाता है। यह एक-सा समतल रखा जाना चाहिए। यदि ऐसा न किया जाय तो रस चारों तरफ न फैलकर नालियाँ बनाकर एक तरफ से जल्दी ही निकल जाता और तब परिष्कार और छनना ठीक तरह से नहीं होता।

जब कोयला ठीक तरह से रख दिया जाता है तब ऊपर से, पार्श्व से चीनी का रस या चाशनी गिरायी जाती है। चाशनी नीचे आती हुई पेंदे में पहुँच जाती है। वहाँ से फिर ऊपर उठकर छनने की वायु को निकालती है। जब चाशनी निकास-मार्ग तक पहुँच जाती तब निकास-मार्ग को बन्द कर देती है। इससे चाशनी ऊपर उठकर शिखर पर पहुँच जाती है। जब सारा पात्र चाशनी से भर जाता है तब छनने को ऊपर से बन्द कर देते हैं। अब छनने में दबाव डालते हैं और दबाव को धीरे-धीरे बढ़ाते जाते हैं।

छनने में अस्थि-काल का ताप १३०° फ० से ऊपर नहीं रहना चाहिए। ताप का ज्ञान अस्थि-काल में रक्ते थर्मामीटर से लगाते हैं। कितनी दशा में भी ताप १७०° फ० से ऊपर नहीं जाना चाहिए। १६०—१७०° फ० के बीच रहने से भी विभेय हानि नहीं। किम्वला से द्रव को छनने में डालना चाहिए यह द्रव और अस्थि-काल की प्रकृति पर निर्भर करता है। उत्कृष्ट कोटि के द्रव और बहुत सक्रिय अस्थि-काल में १००० गैलन प्रति घंटा द्रव डाला जा सकता है। निकृष्ट कोटि होने पर प्रति घंटा ६०० से ७०० गैलन पर्याप्त है। छनने से जो चाशनी पहले निकलती है वह शत प्रतिशत शुद्ध हो सकती है। पीछे की चाशनी में अपद्रव्य रहते हैं और अपद्रव्य की क्रमशः वृद्धि होती जाती है। अन्त में चाशनी ऐसी भी निकल सकती है जिसमें अशुद्धियों के निकलने के स्थान में अशुद्धियाँ बढ़ सकती हैं।

कितनी शर्करा पर कितना अस्थि-काल लगता है यह कच्ची चीनी की शुद्धता, अस्थि-काल की क्षमता और छानने की गति पर निर्भर करता है। सामान्य औसत मात्रा प्रति पाउण्ड कच्ची चीनी पर एक पाउण्ड अस्थि-काल है। कभी-कभी अधिक-से-अधिक १ १/२ पाउण्ड और कम-से-कम ३/४ पाउण्ड तक लग सकता है। कुछ चीनी में ऐसे रंग होते हैं कि उन्हें दूर करने में अधिक अस्थि-काल की आवश्यकता पड़ती है। चाशनी के पूर्णतया साफ हो जाने पर ही उससे धन-शर्करा प्राप्त हो सकती है।

अस्थि-काल की कम मात्रा के उपयोग से दानेदार चीनी प्राप्त होती है। ३० से ४० प्रतिशत अस्थि-काल से ८० से ९० प्रतिशत तक रंग और २५ से ३५ प्रतिशत तक खनिज लवण निकल जाते हैं।

जब अस्थि-काल की क्रिया समाप्त हो जाती है तब ऊपर से पानी गिरा कर अस्थि-काल से चिपके रस को निकाल लेते हैं। पहले शुद्ध रस निकलता है, पीछे रस का घनत्व क्रमशः कम होता जाता है। जब रस का घनत्व १५" से २०" बीमे पहुँच जाता है तब उसे रस में मिलाते नहीं है। इसे 'भींटे जल' के नाम से अलग रखकर गाढ़ा कर उसकी चीनी निकाल लेते हैं। इस पर भी अस्थि-काल में कुछ चीनी रह ही जाती है। कितना ही क्यों न धोया जाये, सारी चीनी उससे नहीं निकलती। अस्थि-काल से रंग दूर होने के साथ-साथ खनिज लवण भी निकलते हैं। उद्भिद् कोयले 'नौरिट' से यह अधिक दक्ष होता है।

निष्क्रिय हो जाने पर अस्थि-काल का पुनर्जीवितकरण हो सकता है। पुनर्जीवितकरण से कोयले का घनत्व बढ़ता है। जहाँ अस्थि-काल का एक टन ५४ घनफुट का स्थान छेवता था, वहाँ अब वह २८ घनफुट का ही स्थान घेरता है। पुनर्जीवितकरण से अस्थि-काल की सक्रियता बहुत कुछ लौट आती है।

अस्थि-काल रोगों के जीव-विषों (Toxins) को भी दूर करते हुए पाया गया है। इससे डिफथेरिया, टिटनेस (घनुष्टंकार) और अतिमार के जीव-विष पूर्ण से निकल जाते हैं।

ग्यारहवाँ अध्याय

अस्थि-काल का पुनर्जीवितकरण

पहले-पहल अस्थि-काल चूर्ण के रूप में प्रयुक्त होता था। ऐसे चूर्ण को एक बार इस्तेमाल कर फेंक देते थे। पीछे अस्थि-काल दानेदार रूप में बनने और प्रयुक्त होने लगा। ऐसे अस्थि-काल को पुनर्जीवित कर बार-बार इस्तेमाल कर सकते थे। २०० बार तक पुनर्जीवित कर ऐसा अस्थि-काल प्रयुक्त हो सकता है। इसका आशय यह है कि अस्थि-काल का एक नमूना प्रायः दो वर्षों तक काम दे सकता है। इसके बाद पुनर्जीवितकरण से रंग और लवण के निकालने की क्षमता नहीं लौटती और तब यह फेंक दिया जाता है। ऐसा फेंका हुआ अस्थि-काल पेण्ट-वर्णक और खाद के लिए इस्तेमाल हो सकता है। फास्फेट और पोटैशियम के कारण खाद में इसका महत्व है। अनेक नामों से यह वर्णक के लिए प्रयुक्त होता है। अस्थि-काल का पुनर्जीवितकरण एक महत्व का कार्य है और हर कारखाने में जहाँ अस्थि-काल का उपयोग होता है उसके पुनर्जीवितकरण का प्रबन्ध रहता है।

अस्थि-काल के पुनर्जीवितकरण की अनेक रीतियाँ हैं। ये अस्थि-काल की प्रकृति पर बहुत कुछ निर्भर करती हैं।

यदि अस्थि-काल केवल ईख के रसों के रंग और कुछ लवणों के दूर करने में प्रयुक्त हुआ है तो उसे मली-भाँति धो, पूर्ण रूप से सुखा कर और तब भट्ठे में जलाकर पुनर्जीवित कर सकते हैं। ऐसे भट्ठे में दो तीन नल होते हैं जिनके द्वारा अस्थि-काल धारित होता है। ये नल १० से १४ फुट लम्बे और प्रायः १२ इंच व्यास के अण्डाकार होते हैं।

भट्ठे के ताप का नियंत्रण बहुत आवश्यक है। ताप के नीचा होने से अपद्रव्य पूर्ण रूप से क्षुल्लभते नहीं हैं। ताप के ऊँचा होने से अस्थि-काल का कुछ कार्बन जल जाता है। भट्ठे का उपयुक्त ताप मन्द रक्तीष्ण ताप, प्रायः ८००° फ० होना चाहिये।

भट्ठे में जलने के बाद अस्थि-काल को वायु के शून्य में ठंडा करते हैं। इस प्रक्रिया में कुछ दानेदार कोयला धूल में परिणत हो जाता है। कोयले को फिर चालकर धूल निकाल लेते हैं।

यदि ईख के रस में चूने की मात्रा अधिक है तो केवल भट्ठे में जलाने से अस्थि-काल का पुनर्जीवितकरण नहीं होता। इसके अम्ल द्वारा उपचार की आवश्यकता पड़ती है। ऐसे अस्थि-काल को पहले बड़े हलके हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से उपचारित करते हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में सल्फ्यूरिक अम्ल, सल्फेट और आर्सेनिक नहीं रहना चाहिए। अम्ल के उपचार से चूना, अम्लिक कार्बोनेट, अम्लिक सल्फेट और हाइड्रा-क्साइड निकल जाते हैं। इस उपचार से अम्ल के बड़े हलके होने से अस्थि-काल के टांचे में कोई परिवर्तन नहीं होता। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से जो कैल्सियम क्लोराइड बनता है वह धोने से निकल जाता है। अस्थि-काल को भली-भांति धो लेना चाहिए।

अब अस्थि-काल को वायु में रख देते हैं। वायु के सूक्ष्माणुओं द्वारा किण्वन शुरू होता है। किण्वन से अस्थि-काल के अवशोषित कार्बनिक पदार्थ विच्छेदित होते हैं। इससे पहले अल्कोहल बनता, पीछे ऐसिटिक, ब्यूटिरिक आदि अम्ल बनते हैं। कुछ दिनों के बाद पूयित (Putrescent) जल के निकाल लेने से किण्वन का (फर्मेंटेशन) अन्त हो जाता है और तब अस्थि-काल (बोन-ब्लैक) को पूर्ण रूप से धो डालते हैं।

किण्वन से बड़ी अर्चिकर सड़ी गंध निकलती है। अनेक कारखाने वाले इस कारण किण्वन पसन्द नहीं करते। किण्वन के स्थान में दाहक सोडा से अस्थि-काल को उबालना पसन्द करते हैं। इससे कैल्सियम सल्फेट सोडियम सल्फेट और कैल्सियम हाइड्रेट में बदल जाता है। अनेक कार्बनिक पदार्थ घुल कर निकल भी जाते हैं।

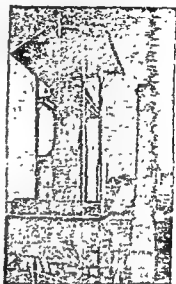
यदि किण्वन हुआ है तो दाहक क्षार या सोडा ऐश से उबालकर कैल्सियम सल्फेट को निकाल डालते हैं। अविलेय कैल्सियम सल्फेट इससे विलेय सोडियम सल्फेट में परिणत हो घोलने से निकल जाता है। यदि सोडा ऐश का व्यवहार हुआ है तो उससे बने कैल्सियम कार्बोनेट को बहुत हलके हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के उपचार से निकाल लेते हैं। क्षारीय विलयन से बचे हुए कार्बनिक अपद्रव्यों के निकालने में भी मदद मिलती है। कार्बनिक अपद्रव्यों का निकल जाना अच्छा है, नहीं तो उनके रहने से कार्बन की मात्रा बढ़ सकती है जो ठीक नहीं है। कार्बनिक पदार्थ की अधिक मात्रा से भट्ठे में वायु भी अधिक लगती है, नहीं तो कम ही वायु से काम चल जाता है।

अब अस्थि-काल को पूर्णतया सुखाकर भट्ठे में जलाते हैं। यदि पूर्णतया सुखा न लिया जाय तो कार्बन द्वारा कैल्सियम सल्फेट का कैल्सियम सल्फाइड में अदकरण का भय रहता है। ऐसा होने से हाइड्रोजन सल्फाइड बन सकता है जो पात्रों की धातुओं को आक्रान्त कर सकता है। सल्फाइड से चीनी में रंग भी आ सकता है।

पुनर्जीवितकरण की एक दूसरी रीति में अस्थि-काल के सूख जाने पर उसमें १ से ३ प्रतिशत और कभी-कभी विशिष्ट दशाओं में ६ से ८ प्रतिशत तक चूना डाल कर भट्ठे में निस्तप्त (Calcine) करते हैं। इससे राख, लोहे और चूने के लवणों के निकल जाने और उसके घोलने में केवल २/३ अंश पानी लगने का दावा किया जाता है।

अस्थि-काल के पुनर्जीवितकरण के अनेक भट्ठे बने हैं। एक ऐसे भट्ठे का चित्र यहाँ दिया हुआ है। वही भट्ठा अच्छा समझा जाता है जिसमें ताप-नियंत्रण का ठीक-ठीक प्रबन्ध हो, जिसमें कार्बनिक पदार्थों के आंशिक आक्सीकरण की विशेष युक्ति हो, जिसमें निम्न ताप पर नियमित वायु प्रविष्ट करायी जा सके। ऐसा होने से ही अस्थि का कार्बन जलता नहीं और कोयले की रज्ज्वता बनी रहती है।

पुनर्जीवितकरण के भट्ठे बड़े-बड़े होते हैं। यंत्रों से अस्थि-काल डालने का प्रबन्ध रहता है। सुलाने, जलाने और ठंडा करने का भी यंत्रों से ही प्रबन्ध रहता है। उसके भ्रमके ऊर्ध्वाधार अथवा ऊर्ध्वाधार-नल नल होते हैं। इनके व्यास बड़े-बड़े और दीवारें अपेक्षया भारी होती हैं। नलों के गरम करने से नल का अस्थि-काल गरम होता है। भट्ठे की गैसों अथवा दहन के उत्पादों से नल गरम होते हैं। इस प्रकार परोक्ष रीति से ही अस्थि-काल गरम किया जाता है। भट्ठे में दहन की गैसों के निकलने के निकास-मार्ग होते हैं। जलावन के रखने का स्थान रहता है।



चित्र १९—हड्डी-कोयला का पुनर्जीवितकरण संपन्न

बारहवाँ अध्याय

दहन

दहन से शक्ति प्राप्त होती है। दहन से ईंधन की ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो पदार्थों को गरम करती है। शक्ति उत्पन्न करने में प्रधानतया कार्बन और हाइड्रोजन का दहन होता है। कुछ अन्य तत्वों के भी दहन हो सकते हैं और उससे शक्ति प्राप्त हो सकती है पर इन तत्वों से प्राप्त शक्ति अपेक्षा या बड़ी अल्प होती है। ईंधन की ऊर्जा अधिक से अधिक मात्रा में शक्ति उत्पन्न कर सके, इसके लिए बड़ा आवश्यक है कि ऊर्जा से शक्ति उत्पन्न करने के साधन उत्कृष्ट कोटि के हों।

प्रज्वलनांक

प्रत्येक ईंधन का एक विनिष्ट ताप होता है। जिस ताप पर ईंधन आग पकड़ता और स्वतः जलता रहता है, जिस ताप पर ईंधन का आग पकड़ना और स्वतः जलते रहना होता है, उस ताप को 'प्रज्वलनांक' कहते हैं। प्रज्वलनांक विनिष्ट परिस्थितियों पर निर्भर करता है। ईंधन की प्रकृति तथा अन्य कई कारकों (Factors) पर यह निर्भर करता है। यदि किसी कारण से जलने से उत्पन्न ऊष्मा शीघ्र ही वहाँ से हटा ली जाय तो प्रज्वलनांक बदल जाता है, साधारणतया ऊँचा हो जाता है।

गैस-ईंधनों में गैस और वायु के अनुपात, दहन-क्षेत्र के आकार और विस्तार, दहन मिश्रण के दबाव और उत्प्रेरकों का प्रज्वलनांक पर पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। कुछ दशाओं में प्रज्वलनांक नीचे उतर आता और कुछ दशाओं में ऊपर उठ जाता है। दबाव की वृद्धि और उत्प्रेरकों की उपस्थिति से प्रज्वलनांक नीचे उतर आता है। द्रव और ठोस ईंधनों के कणों की सूक्ष्मता से भी प्रज्वलनांक प्रभावित होता है।

कुछ गैसीय ईंधनों के प्रज्वलनांक यहाँ दिये जा रहे हैं। प्रज्वलनांक निकालने के लिए गैस-ईंधन और वायु या आक्सिजन को अलग-अलग गरम कर एक साथ मिलाकर फिर धीरे-धीरे गरम कर प्रज्वलनांक निकालते हैं। गैसों का ठीक-ठीक मिश्रित करना कुछ कठिन होता है। इस कारण विभिन्न नमूनों के प्रज्वलनांक में कुछ अन्तर अवश्य रहता है।

सरल गैसें			प्रज्वलनांक ° से०	ज्वलनशीलता की सीमा वायु में गैस की प्रतिशतता	
नाम	संकेत	अणुभार		निचली सीमा	ऊपरी सीमा
हाइड्रोजन	H	२	५८०-५९०	४.१	७४
कार्बनमनॉक्साइड	CO	२८	६४४-६५८	१२.५	७४
मिथेन	CH ₄	१६	६४९-७५०	५.३	१४
ईथेन	C ₂ H ₆	२८	५२०-६३०	३.२	१२.५
एथिलीन	C ₂ H ₄	२८	५३८-५४९	३.३	३४
बेंजीन	C ₆ H ₆	७८	७४०	१.४	८

गैस-ईंधन और वायु-मिश्रण के संघटन के परे जब प्रज्वलन नहीं होता तब ऐसे मिश्रण के संघटन को 'ज्वलनशीलता की सीमा' कहते हैं। प्रत्येक दाह्य गैस के लिए एक ऊपरी सीमा होती है जिस सीमा तक गैस का दहन हो सकता है। दाह्य गैसों का यह महत्तम अनुपात होता है। निचली सीमा दाह्य गैस का न्यूनतम अनुपात है। इन दोनों के बीच के परास (Range) को 'विस्फोटक परास' कहते हैं। ज्वलन-शीलता की सीमा भी ताप और दबाव से प्रभावित होती है। कुछ गैसों की ज्वलन-शीलता यहाँ दी जा रही है।

गैस मिश्रण	संघटन, आयतन प्रतिशत							तापन-मान वि. टि. यू. प्रतिघनफुट	विस्फोटक सीमा वायु में गैस की प्रतिशतता	
									निर्धारित	गणित
	H ₂	CO	CH ₄	O ₂	N ₂	CO ₂	C ₂ H ₆			
प्राकृत गैस	—	—	७९.०	—	०.०	—	३.०	१०३४	४८-१४.०	४.९-१४.०
कोक-भट्टी गैस	५४.४	६.३	३१.५	०.४	१.६	१.९	—	६३१	५.०-२८.४	४.५-२८.१
फाबुरित नीली गैस	४७.०	१०.५	२५.८	०.३	५.२	४.६	—	५०९	६.४-३७.७	६.०-३६.६
नीली गैस	४९.०	३९.२	९.६	०.३	३.०	६.२	—	३१०	६.९-६९.५	६.१-६५.४
उत्पादक गैस	१२.४	२७.३	०.७	०.०	५३.४	६.२	—	१३६	२०.७-७३.७	१९.०-७०.५
वात-भट्टी गैस	४.३	२४.५	०.२	—	५५.१	१५.९	—	—	३६.०-७२.०	३६.०-७१.५

ज्वाला

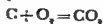
जब कोई ठोस अथवा द्रव ईंधन जलता है तब उसका कुछ अंग ऊष्मा में विच्छे-
त हो गैस बनता है। यह गैस वायु के साथ मिलकर आक्सीकृत होता है। आक्सी-
जन में ऊष्मा और प्रकाश का उत्सर्जन (emission) होता है। गैसीय पदार्थों
प्रकाश के साथ इस उत्सर्जन प्रतिक्रिया को 'ज्वाला' कहते हैं। जब ज्वाला हल्की
गै होती है तब प्रकाश का उत्सर्जन कम होता है। ऐसी ज्वाला को 'दीप्तिहीन'
ज्वाला कहते हैं। अनेक ज्वालाओं में हाइड्रोजन कार्बन के विच्छेदन से कार्बन के बड़े
तन कण बनते हैं। ज्वाला के ताप पर ये कार्बन कण ताप्तदीप्त (incandescent)
जाते हैं। तब ज्वाला पीली अथवा सफेद हो जाती है। ऐसी ज्वाला को 'दीप्ता'
ज्वाला' कहते हैं।

रासायनिक प्रतिक्रिया

ईंधन का जलना रासायनिक प्रतिक्रिया है। यहाँ ईंधन के कार्बन और हाइड्रो-
जीन वायु के आक्सीजन के साथ प्रतिक्रियाएँ होती हैं। अतः ईंधन के जलने में
रासायनिक नियमों का पालन होता है। रासायनिक प्रतिक्रियाओं के दो आधारभूत
नियम हैं। एक संहति (mass) के संरक्षण का नियम और दूसरा ऊर्जा के संरक्षण
नियम। रासायनिक प्रतिक्रियाओं में न संहति का और न ऊर्जा का ही नाश अथवा
होता है।

जब कोई पदार्थ जलता है तब जलने वाले पदार्थों के भार जलने से बने उत्पादों
के समतुल्य होते हैं। दोनों के भारों में कोई अन्तर नहीं पड़ता। इसी प्रकार
गैरी पदार्थों की ऊर्जा और उत्पादों की ऊर्जा एक रहती है। यह सम्भव है कि
कार्बन का रूप और भिन्न-भिन्न पदार्थों में उसका वितरण विभिन्न हो पर उन सबों का
एक ही रहता है।

जब एक तत्व दूसरे तत्व के साथ मिलकर कोई यौगिक बनता है तब उनका
तत्त्व अनुपात के सरल अनुपात में ही होता है। ऐसे प्रतिक्रिया पदार्थों और उत्पादों
को रासायनिक समीकरण द्वारा भुविधा से प्रगट कर सकते हैं। जब कार्बन आग्नि-
साय मिलकर कार्बन-डाइ-आक्साइड बनता है तब इस प्रतिक्रिया को समीकरण
इस प्रकार प्रगट करते हैं—



इस समीकरण अनेक बातों का सूचक है।

1.—कार्बन और आक्सीजन की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइ-आक्साइड बनता है।

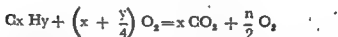
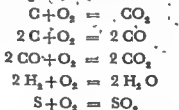
२—कार्बन का एक परमाणु आक्सीजन के दो परमाणु अथवा एक अणु से मिल-
र कार्बन-डाइ-आक्साइड का एक अणु बनता है जिसमें कार्बन के एक परमाणु और
ऑक्सीजन के दो परमाणु विद्यमान हैं।

३—कार्बन का १२ ग्राम आक्सीजन के ३२ ग्राम से संयुक्त हो कार्बन-डाइ-
ऑक्साइड का ४४ ग्राम बनता है (कार्बन का परमाणु भार १२ और आक्सीजन का
१६ है)।

रासायनिक गणनाओं में अणु के स्थान में आज भार-अणु (moles) का
प्रवहार हो रहा है। किसी पदार्थ का भार-अणु वह मात्रा है जिसको यदि पाउण्ड,
गम अथवा अन्य किसी सुविधाजनक इकाई में प्रगट करें तो संख्या में वह उसका अणु-
भार होता है। वैज्ञानिक ग्रन्थों में ग्राम का ही व्यवहार होता है। इंजीनियरिंग
स्तकों में भार की इकाई पाउण्ड प्रयुक्त होती है। ऊपर के समीकरण को अब इस
प्रकार भी प्रगट कर सकते हैं—

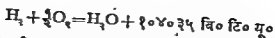
कार्बन का एक पाउण्ड भार-अणु आक्सीजन के एक पाउण्ड भार-अणु से मिलने
पर कार्बन-डाइ-आक्साइड का एक पाउण्ड भार-अणु बनता है।

दहन में जो समीकरण प्रयुक्त होते हैं वे इस प्रकार हैं—



एक प्रतिक्रियाओं में प्रतिकारी पदार्थों में परिवर्तन के साथ-साथ ऊर्जा
तरण होता है। समस्त ऊर्जा तो वही रहती है पर विभिन्न उत्पादों में
ऊर्जा का वितरण विभिन्न होता है। रासायनिक प्रतिक्रियाओं में ऊष्मा के रूप में ऊर्जा
देखी जाती है।

जब कोई यौगिक बनता है तब उसके बनने में ऊष्मा का परिवर्तन देखा जाता
है। कुछ यौगिकों के बनने में ऊष्मा का निष्कासन होता है और कुछ में ऊष्मा का अव-
शोषण। जब दो पाउण्ड हाइड्रोजन १६ पाउण्ड आक्सीजन के साथ मिलकर १८
पाउण्ड जल बनता है तब इस प्रतिक्रिया में १०४०३५ बि० टि० यू० ऊष्मा का निष्का-
सन होता है। इस प्रतिक्रिया को इस प्रकार प्रगट करते हैं—



जब जल को बिजली द्वारा हाइड्रोजन और आक्सीजन में विच्छेदित करते हैं तब विच्छेदन में इतनी ही ऊष्मा देनी पड़ती है। यह ऊष्मा यहाँ विद्युत से प्राप्त होती है।

अतः जल के निर्माण की ऊष्मा १०४०.३५ वि० टि० यू० हुई—

ईंधन के दहन से ऊष्मा प्राप्त होती है। प्रधानतया ऊष्मा के लिए ही ईंधन का उपयोग होता है। ईंधन के तत्त्वों के आक्सीकरण से यह ऊष्मा प्राप्त होती है। विशिष्ट परिस्थितियों में दहन से जो ऊष्मा प्राप्त होती है उसे ईंधन का 'तापन-मान' कहते हैं। ऊष्मा की गणना के लिए इंजीनियरिंग पुस्तकों में ब्रिटिश थर्मल यूनिट या इकाई या वि० टि० यू० का उपयोग होता है। एक पाउण्ड जल के ताप को एक डिग्री ६०°-६१° फ०, बढ़ाने में, जितनी ऊष्मा लगती है, वही वि० टि० यू० है। कुछ ग्रन्थों में कलरी का उपयोग होता है। कलरी ऊष्मा की वह मात्रा है जो एक ग्राम जल के ताप को एक डिग्री, १५°-१६° से०, बढ़ाने के लिए आवश्यक होती है। कलरी छोटी होती है। इस कारण बड़ी कलरी का उपयोग होता है। बड़ी कलरी एक किलोग्राम जल के ताप को एक डिग्री बढ़ाने में खर्च होती है। १००० छोटी कलरी की एक बड़ी कलरी होती है।

तापन-मान के निर्धारण के लिए ईंधन को बड़ी सावधानी से जलाकर उसने जो ऊष्मा निकलती है उसे प्रामाणिक दशा में सावधानी से नापते हैं। ऊष्मा को जल में अवशोषित कर उससे जल के ताप में जो वृद्धि होती है उसे नापते हैं। जिस उपकरण में ऊष्मा का निर्धारण करते हैं उसे कलरीमापी (Calorimeter) कहते हैं। एक विशिष्ट प्रकार के कलरीमापी को 'बम कलरी मापी' कहते हैं। इसे आक्सीजन बम कलरीमापी भी कहते हैं क्योंकि इसमें ईंधन को जलाने के लिए वायु के स्थान में आक्सीजन का उपयोग करते हैं। बम कलरीमापी का चित्र विश्लेषण प्रकरण में दिया हुआ है।

उपयोग करने के पूर्व कलरीमापी को प्रामाणिक कर लेते हैं। इसके लिए किसी ऐसे पदार्थ को पहले जलाकर परीक्षण करते हैं जिसका ऊष्मा-मान ज्ञात है। इसके लिए साधारणतया वैंजोइक अम्ल अथवा नैफ्यथीन का उपयोग करते हैं।

कुछ ईंधनों के तापन-मान इस प्रकार हैं—

ईंधन	विशिष्ट भार १५.५ से०	भार प्रतिगैलन	वि० टि० यू० प्रति पाउण्ड समस्त	वि० टि० यू० प्रति पाउण्ड वास्तविक	वि० टि० यू० प्रति गैलन समस्त
पेट्रोल	०.७५७	६.३०	२१,०००	१९५०६	१३२३८४
किरोसिन	०.८१७	६.८०	२०,०००	१८५४५	१३६०४०
गैस तेल	०.८५८	७.३६	१९६११	—	१,१०१११
ईंधन तेल	०.९०१	७.५१	१९,१८२	१८००२	१,४४०३१
भंजित तेल	१.०१४	८.४५	१८,०७७	१७२१२	१,५२७१४
बैजीन	०.८८	७.३३	१८,०५०	—	१,३२१००
कोक-नारकोल	१.२०	१.०	१६,२००	—	१,६२०००

रुपय

गैस इंधन

नाम	नमी	रात	सूखी इंधन के एक पाउण्ड का उष्मामान वि०टि०यू०	१ पाउण्ड सूखे इंधन के जलाने के लिए गैस की मात्रा		१ पाउण्ड सूखे इंधन के पूर्ण दहन में गैस का निर्माण		१ पाउण्ड सूखे इंधन में जल की मात्रा. पाउण्ड में
				घनफुट	पाउण्ड	घनफुट	पाउण्ड	
चीड़ की लकड़ी	—	०.३७	९१५३	७९.६	६.०८	९१.२	७.०८	०.५६
जोर्ज का वायु सूला	६.३४	७.९३	९२९०	—	—	—	—	—
वेदुमिनी कोयला	१.४४	६.१८	१४४५०	१३९.०	१०.६	१४५.७	११.५३	०.४७
जो साइट	२.२६	१२.६९	१२९३३	१२७.५	९.५७	१३०.४	१०.६३	०.२३
गैस	०.२	९.५२	१२५००	१३७.८	१०.५	१३७.९	११.८	०.०२
कड़ी कोयला	१२.०	३.०	१२८५०	१३१.२	१०.०२	१३२.५	१०.८७	०.१२

डूलांग ने एक सूत्र दिया है जिसकी सहायता से ईंधन के अल्प विदलेयणों से प्राप्त अंकों से ऊष्मा-मान की गणना की जा सकती है। वह सूत्र यह है—

$$\text{प्रति पाउण्ड वि० टि० यू०} = 145 \cdot 8 \text{ क} + 620 \cdot 3 (\text{ह} - \text{अ}/\text{८}) + 85 \cdot 5 \text{ ग}$$

जहाँ क, ह, अ, ग क्रमशः कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सिजन और गन्धक की प्रतिश-
सता है।

गैसीय ईंधन का ऊष्मा-मान गैस कलरी में निकाला जाता है। गैस के निश्चित आयतन को वायु में जलाते हैं। जलाने के समय कलरीमापी में जल की स्थायी धारा को बहाते हैं। गैस के दहन के समय पानी का ताप और संगृहीत जल की मात्रा को नापकर उससे ऊष्मा-मान की गणना करते हैं। दोनों ही दशाओं में दहन को पूर्ण-रूप से सम्पन्न करते हैं। यदि दहन पूर्णरूप से न हो तो प्राप्त अंक यथार्थ नहीं होता। गैस-ईंधन का ऊष्मा-मान संघटन और उपस्थित यौगिकों की दहन-ऊष्मा से निकाल सकते हैं। निम्नलिखित सारणी में अनेक शुद्ध गैसों की दहन-ऊष्मा के मान दिये हुए हैं। वाणिज्य गैसों के ऊष्मा-मान ऊपर दिये हुए हैं।

पदार्थ	सूत्र	दहन-ऊष्मा			
		वि. टि. यू. प्रति घनफुट		वि. टि. यू. प्रति पाउण्ड	
		समस्त (गणित)	वास्तविक	समस्त (गणित)	वास्तविक
कार्बन	C	—	—	१४०९३	१४०९३
हाइड्रोजन	H	३२५०	२७५०	६११००	५१६२३
कार्बन मोनॉक्साइड	CO	३२१८	३२१८	४३४७	४३४७
मिथेन	CH ₄	१०१३	९१३	२३८७९	२१५२०
ईथेन	C ₂ H ₆	१७९२	१६४१	२२३२०	२०४३२
प्रोपेन	C ₃ H ₈	२५९०	२३८५	२१६६१	१९९४४
न-ब्यूटेन	C ₄ H ₁₀	३३७०	३११३	२१३०८	१९६८०
आइसो-ब्यूटेन	„	३३६३	३१०५	२१२५७	१९६२९
न-पेन्टेन	C ₅ H ₁₂	४०१६	३७०९	२१०९१	१९५१७
आइसो-पेन्टेन	C ₅ H ₁₂	४००८	३७१६	२१०५२	१९४७८
नियो-पेन्टेन	C ₅ H ₁₂	३९९३	३६९३	२०९७०	१९३९६
न-हेक्सेन	C ₆ H ₁₄	४७६२	४४१२	२०९४०	१९४०३

कला के परिवर्तन में ऊष्मा का परिवर्तन होता है। कही तो ऊष्मा बाहर निकलती और कहीं ऊष्मा अन्दर अवशोषित हो जाती है। 100° से० ताप और वायुमण्डल के दबाव पर एक पाउण्ड जल को एक पाउण्ड भाप में बदलने पर 260.4 बि०टि०यू० का अवशोषण होता है। जब यही भाप जल में बदलता तब इतनी ही ऊष्मा बाहर निकलती है। इस ऊष्मा को 'वाष्पन की ऊष्मा' अथवा वाष्पन-ऊष्मा अथवा वाष्पन की गुप्त ऊष्मा भी कहते हैं। विभिन्न पदार्थों की वाष्पन-ऊष्मा विभिन्न होती है। द्रव-ईंधनों की भी 'वाष्पन-ऊष्मा' होती है। द्रव-ईंधनों की वाष्पन-ऊष्मा जल की वाष्पन-ऊष्मा से कम होती है। ऊष्मा की गणनाओं में वाष्पन-ऊष्मा का ध्यान अवश्य रखना चाहिये।

द्रवों की वाष्पन-ऊष्मा की भांति ही ठोसों की गलन-ऊष्मा होती है। ठोसों के एक इकाई भार के गलन में जो ऊष्मा निकलती है उसे उसकी 'गलन-ऊष्मा' अथवा 'गलन की गुप्त ऊष्मा' कहते हैं। वायुमण्डल के दबाव और 0° से० पर जब बर्फ गल कर पानी बनता है तब प्रति पाउण्ड 22 बि०टि०यू० ऊष्मा निकलती है। अन्य भौतिक परिवर्तनों में भी ऊष्मा का क्षेपण अथवा अवशोषण होता है। जब कपूर ठोस दशा से वाष्पीय रूप में परिणत होता, गन्धक एक रूप से दूसरे अपरूप में बदलता अथवा एक मणिभ दूसरे मणिभ में परिवर्तित होता है तब भी ऊष्मा का परिवर्तन होता है। किसी पदार्थ की समस्त ऊष्मा उसकी संवेद्य ऊष्मा और गुप्त ऊष्मा का योग होती है।

अनेक रासायनिक प्रतिक्रियाओं में ऊष्मा का परिवर्तन होता है। कुछ में ऊष्मा का क्षेपण होता है और कुछ में ऊष्मा का अवशोषण। जिन प्रतिक्रियाओं में ऊष्मा का क्षेपण होता है उन्हें 'ऊष्मा-क्षेपक' और जिनमें ऊष्मा का अवशोषण होता है उन्हें 'ऊष्मा-शोषक' कहते हैं। अधिकांश प्रतिक्रियाएँ ऊष्मा-क्षेपक होती हैं पर ऊष्मा-शोषक प्रतिक्रियाएँ भी अनेक हैं।

ऊष्मीय दक्षता

समस्त ऊष्मा-आदा का जितना अंश उपयोगी कामों में खर्च होता है उसके और समस्त ऊष्मा की आदा के अनुपात को 'ऊष्मीय दक्षता' कहते हैं। ऊष्मीय दक्षता को 100 से गुणा करने पर ऊष्मीय दक्षता की प्रतिशतता प्राप्त होती है।

ज्वाला का ताप

ज्वाला के वास्तविक ताप का ज्ञान प्राप्त करना बड़ा कठिन है पर ज्वाला के सैद्धान्तिक ताप का ज्ञान सरलता से हो जाता है। यही ताप गणनाओं में प्रयुक्त होता है। सैद्धान्तिक ताप में यह कल्पना कर ली जाती है कि दहन पूर्णतया हुआ है और ऊष्मा

की कोई हानि नहीं हुई है। पर वास्तव में ऐसा नहीं होता। कुछ न कुछ ऊष्मा की हानि अवश्य होती है। ज्वाला का वास्तविक ताप सैद्धान्तिक ताप से कुछ कम सदा ही रहता है। पर अंतर अधिक नहीं रहता। अतः ईंधनों की तुलना करने में सैद्धान्तिक ताप का उपयोग हो सकता है। किसी ईंधन की ज्वाला का सैद्धान्तिक

$$\text{ताप} = \frac{\text{वायु और ईंधन की संवेद्य ऊष्मा} + \text{दहन-ऊष्मा}}{\text{दहन-उत्पाद की समस्त मात्रा} \times \text{मध्यमान विशिष्ट ऊष्मा}}$$

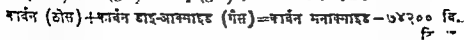
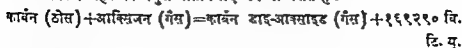
१९५०° से० के आस-पास भाप और कार्बन-डाइ-आक्साइड का विघटन शीघ्रता से बढ़ जाता है जिसके कारण ताप गिर जाता है। दहन के उत्पाद के विघटन का इस ताप-प्रसार पर ध्यान रखना बड़ा आवश्यक है। गणनाओं में इसका संशोधन कर लेना आवश्यक होता है।

यदि दहन पूर्ण हो और वायु की सैद्धान्तिक मात्रा ही लगे तो उच्छिष्ट गैसों में केवल जल, कार्बन-डाइ-आक्साइड और नाइट्रोजन रहना चाहिये पर वास्तव में ऐसा नहीं होता। ईंधन और वायु का पूर्ण संस्पर्श कभी नहीं होता। इस कारण दहन अधूरा रह जाता है। उच्छिष्ट गैसों में बिना जली कुछ गैसें, हाइड्रोजन, कार्बन मना-प्साइड आदि कुछ द्रव और ठोस बिना जले पदार्थ धुएँ के रूप में और कुछ आक्सीजन भी रह जाते हैं।

पूर्ण दहन के लिए वायु का आधिक्य रहना चाहिए। इससे ध्य (stack) गैसों में ऊष्मा की हानि बढ़ जाती है। दहन में कितनी वायु खर्च होती है यह भट्ठी की प्ररचना (design), ईंधन की प्रकृति और दहन के उपस्कार (equipment) पर निर्भर करता है। किसी भट्ठी के लिए वायु की अनुकूलतम मात्रा वह मात्रा है जिसमें बिना जले ईंधन और ध्य गैसों के रूप में ऊष्मा की हानि न्यूनतम होती है।

दहन की प्रतिन्रियाएँ

दहन में अनेक रासायनिक प्रतिन्रियाएँ होती हैं। ईंधन केवल आक्सीजन के साथ मिलकर दहन-उत्पाद ही नहीं बनता, बरन् दहन के अनेक उत्पाद भी आक्सीजन के साथ मिलकर फिर जलते हैं। यही कुछ प्रतिन्रियाएँ ऊष्मा-शोषक होती हैं और कुछ ऊष्मा-शोषक। दहन की प्रमुख प्रतिन्रियाएँ निम्नलिखित हैं :—



विशिष्ट प्रतिक्रिया दर—गैसों की प्रतिक्रियाएँ साधारणतया मन्द होती हैं। कुछ प्रतिक्रियाएँ अधिक शीघ्रता से सम्पादित होती हैं और कुछ मन्दता से। जब कार्बन जलकर कार्बन डाइ-आक्साइड बनता है तब ये प्रतिक्रियाएँ अत्यन्त द्रुतगति से 200° से० के ऊपर सम्पादित होती हैं। कार्बन और कार्बन डाइ-आक्साइड के बीच प्रतिक्रिया इस ताप पर अपेक्षया मन्द होती है। 600° से० के नीचे ताप पर यह शीघ्रता से सम्पादित होती है। ये दोनों प्रतिक्रियाएँ ठोस कार्बन और गैसों के बीच होती हैं। इस कारण कार्बन के तल का बड़ा प्रभाव पड़ता है। अन्य परिस्थितियाँ एक होते हुए प्रतिक्रिया तल के अनुपात में होती हैं। सब गैसों की प्रतिक्रियाएँ एक दर से नहीं होती। सब प्रकार के कोयले भी एक से नहीं जलते। कम सघन कोयले अधिक सघन कोयले से अधिक शीघ्रता से जलते हैं। लकड़ी का कोयला सब से कम सघन होता है। इस कारण कोक और अर्थोसाइट की अपेक्षा काठ-कोयला अधिक सरलता से जलता है।

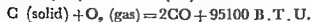
ताप—ताप की वृद्धि से दहन की दर साधारणतया बढ़ जाती है। सामान्य ताप पर प्रत्येक 10° से० की वृद्धि से दहन दुगुना हो जाता है। पर ऊँचे ताप पर दहन की दर इतनी अधिक नहीं बढ़ती। 1000° से० पर दर के दुगुना होने के लिए 100° से० की वृद्धि होनी चाहिये। ताप की वृद्धि से बहन के उत्पाद का संघटन बहुत कुछ बदल जाता है और तब साम्यावस्था में भी परिवर्तन होता है।

उत्प्रेरक—उत्प्रेरकों के संस्पर्श से प्रतिक्रियाओं का वेग बढ़ जाता है। उत्प्रेरकों के तल का प्रतिक्रिया पर बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है। तप्त कार्बन की उपस्थिति से भाप पर कार्बन डाइ-आक्साइड की प्रतिक्रिया का वेग बहुत बढ़ जाता है। यहाँ तप्त कार्बन उत्प्रेरक का काम करता है।

भट्ठी की अवस्था—दहन पर भट्ठी का बहुत प्रभाव पड़ता है। इस कारण भट्ठी के निर्माण में सावधानी और अनुभव की आवश्यकता पड़ती है। भट्ठी का एक आवश्यक अंग चूल्हा है जहाँ झंझरी पर कोयला जलता है। झंझरी के नीचे से वायु प्रविष्ट करती है। वायु कोयले को जलाती है। उच्च ताप से कोयले का वाष्पशील अंश वायु के साथ मिलकर जलता है। झंझरी के ठीक ऊपर का ताप न्यूनतम होता है। उससे ऊपर ताप शीघ्रता से बढ़ता हुआ शिखर से कुछ इंचों के नीचे महत्तम होता और तब शिखर का ताप कुछ कम हो जाता है। कोयले के प्रज्वलनांक के ऊपर, 600 मे 200° से०, का ताप रहता है। झंझरी पर राख रहने और ठंडी वायु के प्रवेश के कारण झंझरी के छड़ों की रखा होती है। झंझरी पर दहन नहीं होता। झंझरी के कुछ ऊपर दहन होता है। दहन का प्राथमिक उत्पाद कार्बन डाइ-आक्साइड है।



कार्बन (ठोस) + आक्सीजन (गैस) = कार्बन मनाक्साइड + ९५१०० वि० टि० यू०



कार्बन मनाक्साइड (गैस) + आक्सीजन (गैस) = कार्बन डाइ-आक्साइड (CO_2) +
२४३४९० वि. टि. यू.



हाइड्रोजन (गैस) + आक्सीजन (गैस) = $2H_2O$ (भाप) + २०८०७० वि. टि. यू.



कार्बन (ठोस) + जल (भाप) = कार्बन मनाक्साइड (गैस) + हाइड्रोजन (गैस) -
५६४९० वि. टि. यू.



कार्बन (ठोस) + जल (भाप) = कार्बन डाइ-आक्साइड (गैस) + हाइड्रोजन (गैस)
- ३८७८० वि. टि. यू.



कार्बन मनाक्साइड (गैस) + जल (भाप) = कार्बन डाइ-आक्साइड (गैस) + हाइ-
ड्रोजन (गैस) + १७७१० वि. टि. यू.



* ऊपर के समीकरणों में धन चिन्ह से ऊष्मा का क्षेपण और ऋण चिन्ह से ऊष्मा का अवशोषण प्रगट होता है। ऊष्मा की मात्राएँ पूर्ण दहन पर कीं मात्राएँ हैं जो वास्तव में नहीं होतीं। यह समझा जाता है कि दहन के उत्पाद एक ही ताप २५° से० और स्थिर दबाव पर दहन-क्षेत्र से बाहर निकलते हैं। पर साधारणतया ऐसा नहीं होता। ऊपर जो अंक दिये हुए हैं वे आदर्श दशा में उत्पन्न ऊष्मा की मात्राओं के अंक हैं। वास्तविक अंक नहीं हैं। उपर्युक्त प्रतिक्रियाएँ पूर्ण रूप से सम्पादित नहीं होतीं। अनेक कारकों का दहन पर प्रभाव पड़ता है। इनमें निम्नलिखित कारक महत्व के हैं—

सम्भावस्था—दहन की सब प्रतिक्रियाएँ उत्क्रमणीय होती हैं। एक दशा में ये प्रतिक्रियाएँ बायें से दायें चलती हैं और दूसरी दशा में दायें से बायें चल सकती हैं। प्रतिक्रियाओं का उत्क्रमण कभी-कभी ताप की वृद्धि और कभी-कभी उत्पादों और प्रतिकारी पदार्थों के संकेन्द्रण की विभिन्नता से होता है। किसी प्रतिक्रिया का सम्पादन होना बहुत कुछ प्रतिकारी पदार्थों के ताप पर निर्भर करता है।

विशिष्ट प्रतिक्रिया दर—गैसों की प्रतिक्रियाएँ साधारणतया मन्द होती हैं। कुछ प्रतिक्रियाएँ अधिक शीघ्रता से सम्पादित होती हैं और कुछ मन्दता से। जब कार्बन जलकर कार्बन डाइ-आक्साइड बनता है तब ये प्रतिक्रियाएँ अत्यन्त द्रुतगति से 600° से० के ऊपर सम्पादित होती हैं। कार्बन और कार्बन डाइ-आक्साइड के बीच प्रतिक्रिया इस ताप पर अपेक्षया मन्द होती है। 600° से० के नीचे ताप पर यह शीघ्रता से सम्पादित होती है। ये दोनों प्रतिक्रियाएँ ठोस कार्बन और गैसों के बीच होती हैं। इस कारण कार्बन के तल का बड़ा प्रभाव पड़ता है। अन्य परिस्थितियाँ एक होते हुए प्रतिक्रिया तल के अनुपात में होती हैं। सब गैसों की प्रतिक्रियाएँ एक दर से नहीं होतीं। सब प्रकार के कोयले भी एक से नहीं जलते। कम सघन कोयले अधिक सघन कोयले से अधिक शीघ्रता से जलते हैं। लकड़ी का कोयला सब से कम सघन होता है। इस कारण कोक और अंध्रेसाइट की अपेक्षा काठ-कोयला अधिक सरलता से जलता है।

ताप—ताप की वृद्धि से दहन की दर साधारणतया बढ़ जाती है। सामान्य ताप पर प्रत्येक 10° से० की वृद्धि से दहन दुगुना हो जाता है। पर ऊँचे ताप पर दहन की दर इतनी अधिक नहीं बढ़ती। 1000° से० पर दर के दुगुना होने के लिए 100° से० की वृद्धि होनी चाहिये। ताप की वृद्धि से दहन के उत्पाद का संघटन बहुत कुछ बदल जाता है और तब साम्यावस्था में भी परिवर्तन होता है।

उत्प्रेरक—उत्प्रेरकों के संस्पर्श से प्रतिक्रियाओं का वेग बढ़ जाता है। उत्प्रेरकों के तल का प्रतिक्रिया पर बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है। तप्त कार्बन की उपस्थिति से भाप पर कार्बन डाइ-आक्साइड की प्रतिक्रिया का वेग बहुत बढ़ जाता है। यहाँ तप्त कार्बन उत्प्रेरक का काम करता है।

भट्ठी की अवस्था—दहन पर भट्ठी का बहुत प्रभाव पड़ता है। इस कारण भट्ठी के निर्माण में सावधानी और अनुभव की आवश्यकता पड़ती है। भट्ठी का एक आवश्यक अंग चूल्हा है जहाँ झंझरी पर कोयला जलता है। झंझरी के नीचे से वायु प्रविष्ट करती है। वायु कोयले को जलाती है। उच्च ताप से कोयले का वाष्पशील अंश वायु के माप मिलकर जलता है। झंझरी के ठीक ऊपर का ताप न्यूनतम होता है। उससे ऊपर ताप शीघ्रता से बढ़ता हुआ शिखर में कुछ इंचों के नीचे महत्तम होता है और तब शिखर का ताप कुछ कम हो जाता है। कोयले के प्रज्वलनांक के ऊपर, 600 से 600° से०, का ताप रहता है। झंझरी पर राख रहने और ठंढी वायु के प्रवेश के कारण झंझरी के छड़ों की रक्षा होती है। झंझरी पर दहन नहीं होता। झंझरी के कुछ ऊपर दहन होता है। दहन का प्राथमिक उत्पाद कार्बन डाइ-आक्साइड है।

फिर धीरे-धीरे कार्बन मनॉक्साइड बनता है। कुछ समय के बाद गैसों के बीच साम्य स्थापित हो जाता है। यह साम्य चूल्हे के चौड़े नितल (bed) पर होता है जहाँ उत्पाद गैसों को कार्बन के संस्पर्श में पर्याप्त समय तक रहने का अवसर मिलता है। चूल्हे के संकरे नितल पर साम्य नहीं स्थापित होता। दहन भी पूर्णरूप से संकरे नितल पर नहीं होता। चूल्हे का नितल कम से कम ३ से ६ इंच गहरा होना चाहिए ताकि दहन ठीक-ठीक हो सके। यदि चूल्हे में जलना ठीक-ठीक हो तो दहन-गैसों में आक्सीजन की मात्रा बड़ी अल्प रहती है पर कार्बन मनॉक्साइड अवश्य रहता है। दाह्य गैसों के चूल्हे में बिना जले निकल जाने से ऊष्मा की हानि होती है। इस कारण ईंधन के ऊपर आक्सीजन अधिक मात्रा में रहना चाहिए ताकि समस्त दाह्य गैसों पूरा जल कर ही निकलें। भाप के विच्छेदन से ऊंचे ताप पर हाइड्रोजन भी बनता है। ईंधन तल पर जो वायु दी जाती है उसे 'प्राथमिक वायु' कहते हैं। दहन के आरम्भ करने के लिए प्राथमिक वायु बहुत आवश्यक है। दहन को पूर्ण करने के लिए ईंधन के तल के ऊपर जो वायु दी जाती है उसे 'गौण वायु' कहते हैं।

ईंधन के दहन-ताप पर पहुँचने के पहले प्रायः सारा वाष्पशील द्रव वाष्प बन जाता है। वाष्पशील पदार्थों का कुछ भंजन भी होता है। पेट्रोल ऐसे अधिक वाष्पशील द्रवों को प्रज्वलन के पूर्व वायु से मिलाना अच्छा होता है। दूसरे द्रव स्वयं बड़े सूक्ष्म कणों में कणीकृत हो जाते हैं। वाष्पीभवन, भंजन और दहन प्रायः साथ ही साथ होते हैं। वायु के साथ मिश्रित हो जाने से दहन क्षीघ्रता से होता है। द्रव ईंधनों में दहन का नियंत्रण बड़ा आवश्यक होता है।

गैस-ईंधनों में वायु और गैस को मिला कर बर्नर में जलाते हैं। दहन यहाँ क्षीघ्रता से होता है पर पूर्ण दहन के लिए पर्याप्त समय मिलना चाहिए।

तेरहवाँ अध्याय

ईंधन और दहन

कोयले का ईंधन से बड़ा घना सम्बन्ध है क्योंकि कोयले का सबसे अधिक उपयोग ईंधन के लिए ही होता है। ईंधन का दहन से बड़ा घना सम्बन्ध है क्योंकि ईंधन वायु में जलकर ही काम में आता है। अतः प्रारम्भ में ही ईंधन और दहन का कुछ ज्ञान बड़ा आवश्यक है।

ईंधन वह पदार्थ है जिसके आक्सीकरण से ऊष्मा या प्रकाश उत्पन्न होता है जिसका उपयोग हम घरेलू काम-काजों अथवा उद्योग-धन्यों में कर सकते हैं। जब ईंधन ऊष्मा और साधारणतया प्रकाश के उद्घिकास के साथ-साथ आक्सीकृत होता है तब इसे हम 'दहन' कहते हैं। दहन साधारणतया ऊँचे ताप पर वायु की उपस्थिति में होता है।

उपलब्ध ईंधनों को हम साधारणतया दो वर्गों में विभक्त कर सकते हैं। जो ईंधन प्रकृति में पाये जाते हैं उन्हें हम 'प्राकृतिक ईंधन' या 'प्रारम्भिक ईंधन' कहते हैं। इन्हें हम उसी रूप में व्यवहृत करते हैं जिस रूप में ये पाये जाते हैं। कुछ ईंधन ऐसे हैं जिन्हें हम तैयार करते हैं। इन्हें हम 'निर्मित ईंधन' या 'कृत्रिम ईंधन' कहते हैं।

प्राकृतिक ईंधनों में लकड़ी, विभिन्न प्रकार के कोयले, जीर्णक, लिग्नाइट, विटु-मेन, बंधी साइट, खनिज तेल या पेट्रोलियम और पेट्रोलियम कूपों से निकली गैस है जिसे हम 'प्राकृतिक गैस' कहते हैं। ऐसे ईंधनों में लकड़ी का कोयला, कोयला-कोक, पेट्रोलियम-कोक, इष्टका, इलेपमीय ईंधन, संश्लिष्ट पेट्रोलियम, पेट्रोल, किरासन, अल्कोहल, मृत्तसिलिका, कोयला-गैस, कोक-गैस, उत्पादक गैस, जल गैस, कार्बुरिख जल गैस, घात-ब्राप्ड गैस, एसिटिलीन गैस इत्यादि हैं।

भौतिक दशा के विचार से ईंधन गैसीय, द्रव और ठोस हो सकते हैं। जो वस्तुएं ईंधन के रूप में व्यवहृत होती हैं वे इस प्रकार की हैं—

ठोस-ईंधन

प्राकृतिक

काठ

निर्मित या कृत्रिम

लकड़ी का कोयला

जीर्णक (Peat)	इष्टका कोयले का कोक
लिग्नाइट कोयला	पेट्रोलियम का कोक
विटुमिनी कोयला	श्लेषणीय ईंधन
अंध्रो साइट किस्म का कोयला	

द्रव ईंधन

प्राकृतिक	निर्मित
पेट्रोलियम	पेट्रोलियम प्रभाग और अवशेष अलकतरा और अलकतरे के प्रभाग अल्कोहल (मेथिल और एथिल) मृत-शिलिका और मृत-शिलिका प्रभाग

गैसीय ईंधन

प्राकृतिक	निर्मित
प्राकृतिक गैस	कोयला गैस
सरलीभूत पेट्रोलियम गैस	कोक गैस अथवा कोक-भट्ठी गैस उत्पादक गैस जल-गैस कारब्युरित जल-गैस वात-भ्राष्ट्र गैस एसिटिलीन गैस

इन ईंधनों से संसार में ९० प्रतिशत ऊर्जा प्राप्त होती है। शेष १० प्रतिशत ऊर्जा जल-शक्ति से प्राप्त होती है। जल-शक्ति अवश्य ही सस्ती होती है पर हर स्थान में यह सुलभ नहीं है। अतः इसके उद्गम सीमित है। अनेक उन्नत देशों में जहाँ जल शक्ति सरलता से प्राप्त हो सकती है उनके उपयोग का प्रयत्न हो रहा है। इस बात में अमेरिका बहुत बढ़ा हुआ है।

भारत में भी जल-शक्ति के उपयोग का प्रयत्न हो रहा है। पहले मैसूर और मम्बई में ही जल-शक्ति प्राप्य थी। अब बिहार की दामोदर घाटी योजना, उड़ीसा की हीराकुंड योजना, पंजाब की भखरा योजना, बंगाल-बिहार की मयूराक्षी योजना,

उत्तर प्रदेश की चुर्कस्यान योजना में जल-शक्ति की प्राप्ति का प्रयत्न हो रहा है और तब हमें पर्याप्त सस्ती ऊर्जा प्राप्त होने लगेगी। इससे कृषि की सिंचाई के साथ-साथ उद्योग-धंधों के विकास में बड़ी सहायता मिलेगी। अनेक कुटीर उद्योगों का संचालन द्रष्टे हो सकेगा। किसान खेतों के कामों से फुर्सत मिलने पर कुटीर उद्योगों की सहायता से कुछ धन उपार्जन कर सकेंगे। इससे उनकी आर्थिक दशा में बहुत कुछ सुधार होने की सम्भावना है।

कुछ उद्योग-धंधों में ऐसी वस्तुएं बनती हैं जो आक्सीकरण से ऊष्मा उत्पन्न कर सकती हैं। इस ऊष्मा का उपयोग हो सकता है और तब ऐसी बनी वस्तुओं को "द्वितीयक ईंधन" कह सकते हैं। उदाहरण स्वरूप इस्पात के निर्माण में लोहे में कार्बन, सिलिकन और मैंगनीज, अपद्रव्यों के रूप में रहते हैं। बेंसेमर भट्ठी में ये अपद्रव्य जलकर ऊष्मा उत्पन्न कर इस्पात बनने में सहायक होते हैं। इसी प्रकार गन्धक के आक्सीकरण में जब सल्फर डाइ-आक्साइड बनता है तब ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह ऊष्मा भाप बनाने में इस्तेमाल हो सकती है। इसी प्रकार ताप्र मासिक के प्रदावण (smelting) से पर्याप्त ऊष्मा उत्पन्न होती है जिसका उपयोग कहीं-कहीं हुआ है और हो सकता है।

गैसीय ईंधन

गैसीय ईंधन का उपयोग धीरे-धीरे बढ़ रहा है। इसके उपयोग के निम्नलिखित लाभ हैं—

१. गैसीय ईंधन का प्रवण्य करना सरल होता है। नलों के द्वारा इसे सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को भेज सकते हैं।

२. गैसीय ईंधन में राख नहीं होती। अन्य बाह्य पदार्थ भी इसमें नहीं होते।

३. गैसों के दहन का नियंत्रण जल्दी हो जाता है। इन्हें एक-सा जलाकर ताप को स्थायी रख सकता सरल होता है। ऊष्मा को जहाँ चाहे वहाँ सरलता से इस्तेमाल कर सकते हैं। भट्ठे की दक्षता गैसों के जलाने से ऊँची होती है।

४. भट्ठे का वातावरण ऐसा रख सकते हैं कि आवश्यकतानुसार उसे आक्सीकरण अथवा अवकरण रख सकें।

५. गैसों के जलाने का ताप ऊँचा नहीं होता। साधारणतया ये ४६० से ७५०° से० के बीच जलते हैं।

६. गैसों को पुनर्जनित्र में पहले से गरम कर सकते हैं। इससे दहन का ताप ऊँचा होता है। अधिक गरमी नष्ट नहीं होती। तापीय दक्षता बढ़ जाती है।

७. अनेक गैसीय ईंधन निकृष्ट कोटि के ईंधन से तैयार हो सकते हैं।

८. अम्यन्तर दहन इंजनों में गैसीय ईंधनों का उपयोग सीधे हो सकता है।

गैसीय ईंधनों के उपयोग में कुछ कठिनातएँ भी हैं। गैसों को इकट्ठा कर रखना सरल नहीं है। रखने के लिए बड़े-बड़े पात्रों की आवश्यकता होती है। कुछ गैसों को तो संग्रह कर रखना असम्भव होता है। भट्ठे में तैयार कर जलाने के लिए सीधे उन्हें ले जाते हैं। ऐसी दशा में जब उनका जलना बन्द करना पड़ता है तब बहुत कुछ गैसें खुली वायु में नष्ट हो जाती हैं। गैसों को कभी-कभी दबाव में बेलनों में रखने तथा द्रवीभूत कर रखने की भी आवश्यकता पड़ती है। प्राकृतिक गैसें इस प्रकार रखी जा सकती हैं।

प्राकृत गैस

यह गैस पेट्रोलियम कूपों से निकलती है। विशेषतः अमेरिका और रूमानिया में कच्चे पेट्रोलियम तेलों के साथ-साथ भी यह गैस निकलती है और आसवन से निकालकर इकट्ठी की जा सकती है। इस गैस में हाइड्रोजन, मिथेन और ईंधन के अतिरिक्त अधिक वाष्पशील पैराफिन हाइड्रोकार्बन, प्रोपेन, ब्यूटेन और पेन्टेन भी रहते हैं।

प्राकृत गैसों का तापन-मान अन्य सब ईंधन-गैसों से ऊँचा होता है। यह ११०० से १४०० डि० टि० यू० प्रतिघन फुट होता है। इस गैस के पूर्व-तापन की आवश्यकता नहीं पड़ती क्योंकि ऊँचे ताप पर ये विच्छेदित होकर कार्बन मुक्त करती हैं जो नलों में निक्षिप्त होकर रुकावटें पैदा कर बहाव को कम अथवा बिलकुल बन्द कर सकता है।

तरलीभूत पेट्रोलियम गैस

पेट्रोलियम कूपों तथा पेट्रोलियम तेलों से निकली गैसों में कुछ गैसें ऐसी होती हैं जो सामान्य ताप पर तो गैसीय होती हैं पर दबाव से तरलीभूत हो सकती हैं। ऐसी गैसों में प्रोपेन, ब्यूटेन और पेराटेन हैं। पेराटेन का घननाक २५ से ३५° से० है। भारत के ताप पर यह अधिकांश दिनों में गैसीय रहता है। पर ठंडे देशों अथवा शीतकाल में यह द्रव रहता है।

दबाव से यह शीघ्र ही द्रवीभूत हो जाता है। ये वाष्पशील गैसें बेलनों में भरकर उपभोक्ताओं के पास वितरित की जा सकती हैं। पेराटेन का तापन-मान २५०० से ३५०० डि० टि० यू० प्रतिघन फुट होता है। यह तापन-मान प्राकृत गैस से भी ऊँचा है। यह गैस घातुओं के काटने और गैसों के कार्वनीकरण में प्रयुक्त होती है।

कोयला गैस या कोक गैस

कोयले को जब भमके में गरम करते हैं तब कोयले का कार्वनीकरण होता है। कार्वनीकरण में गैसें निकलती हैं। ऐसी गैसों को 'कोयला गैस' या 'कोक गैस' कहते हैं। चूंकि ये गैसें कोक निर्माण की भट्ठी में बनती हैं इन्हें 'कोक-भट्ठी गैस' भी कहते हैं। इन गैसों के निर्माण का वर्णन आगे विस्तार से होगा। अतः यहाँ अधिक नहीं दिया जाता है।

उत्पादक गैस

लकड़ी के कोयले, पत्थर के कोयले और कोक को तापदीप्त कर उस पर सीमित वायु के प्रदाय से गैसें प्राप्त होती हैं। ऐसी गैसों को 'उत्पादक गैस' कहते हैं। ये गैसें जनित्र में बनती हैं। जनित्रों को 'गैस उत्पादक' कहते हैं। जनित्र बड़े-बड़े आकार के ऊर्ध्वाधार अथवा रम्भाकार-ऊपा वाले भट्ठे होते हैं। इन भट्ठों के आस्तर अग्नि-इंटो के बने होते हैं। इनमें इंधन ऊपर से डाला जाता है। ऊपर से गिरकर भट्ठे के तल पर यह बिलर कर फैल जाता है। झल्लरी द्वारा और इंधन तल से वायु प्रविष्ट करती है। इंधन जलकर कार्वन डाइ-आक्साइड बनता है।

कार्वन डाइ-आक्साइड के बनने में ऊष्मा का बहिर्गमन होता है। १६९२९० वि० टि० यू० ऊष्मा निकलती है।

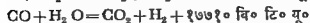
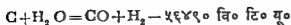


अर्थात् १२ पाउण्ड कार्वन के जलने में ३२ पाउण्ड आक्सीजन खर्च होता है और उससे ४४ पाउण्ड कार्वन डाइ-आक्साइड बनता है तथा १६९,२९० वि० टि० यू० ऊष्मा निकलती है। तापदीप्त कार्वन के संस्पर्श में कार्वन डाइ-आक्साइड शीघ्र ही अवकृत हो कार्वन मनाॅक्साइड बनता है। इस प्रतिक्रिया में ऊष्मा का अवशोषण होता है। पर यह प्रतिक्रिया प्रथम प्रतिक्रिया से मन्दतर गति से होती है।



इस कारण यद्यपि प्रतिक्रिया में ऊष्मा का अवशोषण होता है पर दोनों प्रतिक्रियाओं के फलस्वरूप जनित्र का ताप ऊपर ही उठता है, नीचे नहीं आता।

कुछ जनित्र में वायु के साथ-साथ नीचे से झल्लरी द्वारा भाप प्रविष्ट करायी जाती है। यहाँ कार्वन डाइ-आक्साइड और कार्वन मनाॅक्साइड के बनने के साथ-साथ भाप की तापदीप्त कार्वन और कार्वन मनाॅक्साइड की प्रतिक्रियाओं से हाइड्रोजन भी बनता है।



इन प्रतिक्रियाओं से कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा बढ़ जाती है।

भाप के प्रवेश से केवल गैसों की मात्रा ही नहीं बढ़ती वरन् इससे जनित्र की अक्षरी ठंडी रहती और प्रक्षाम का बनना भी रुक जाता है। कम राखवाले और अधिक वाष्पशील कोयले को गैसों में परिणत करने के लिए प्रति पाउण्ड कोयले पर लगभग ५२ घन फुट वायु और ०.२ पाउण्ड भाप लगती है।

उत्पादक गैस का तापन-मान अपेक्षया अल्प, ११० से १७० वि० टि० यू० प्रति-घन फुट होता है। इसकी ज्वाला का ताप अपेक्षया नीचा होता है। कारण उत्पादक गैस में हाइड्रोजन की मात्रा थोड़ी रहती है। पर यह पर्याप्त सस्ता होता है। अतः अनेक उद्योग-धन्धों में इसका उपयोग होता है। कोक गैस के स्थान में चूल्हों में यह जलता है। इसके निर्माण का वर्णन विस्तार से आगे होगा। वायु के स्थान में आक्सीजन के उपयोग से उत्पादक गैस का तापन-मान बहुत कुछ बढ़ाया गया है।

जल-गैस

उत्पादक गैस की भांति ही जल-गैस का निर्माण होता है। अन्तर केवल यह है कि ईंधन-तल पर वायु और भाप का प्रवेश बारी-बारी से कराया जाता है। जल-गैस भी वैसे ही जनित्र में तैयार होती है जैसे जनित्र में उत्पादक गैस तैयार होती है। जनित्र ऊर्ध्व रम्भाकार इस्पात का पात्र होता है। इसमें अग्नि-ईंट का आस्तर लगा रहता है। पेंदे में क्षमरी रहती है। शिखर पर गैस का निकास-मार्ग होता है।

जनित्र के ईंधन-तल को पहले वायु से भरते हैं। यहाँ प्रतिक्रियाएं वैसी ही होती हैं जैसी उत्पादक गैस के निर्माण में होती हैं। जो गैस बनती है उसमें नाइट्रोजन, कार्बन डाइ-आक्साइड और कार्बन मनाक्साइड रहते हैं। यहाँ उष्मा का बहिर्गमन होता है और ईंधन तल का ताप ऊपर चढ़ता है। वायु के भरने के समय को 'घमन' काल कहते हैं। जब ईंधन-तल पर्याप्त गरम हो जाता है तब वायु का भरना बन्द कर भाप प्रविष्ट कराते हैं। तापदीप्त कार्बन पर भाप की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन और कार्बन मनाक्साइड बनते हैं। जनित्र में कई प्रतिक्रियाएं होती हैं। कौन प्रतिक्रिया किस पद पर होती है इसका ठीक-ठीक ज्ञान हमें नहीं है। सम्भवतः निम्नलिखित प्रतिक्रियाएं होती हैं—

पहली तीन प्रतिक्रियाएँ वही हैं जो उत्पादक गैस के निर्माण में होती हैं। चौथी प्रतिक्रिया इस प्रकार की है :—



कार्बन डाइ-आक्साइड कम से कम बने, इसके लिए ताप, गैस-वेग और संस्पर्श समय का नियंत्रण बहुत आवश्यक है। इन प्रतिक्रियाओं में ऊष्मा नष्ट होता है। इससे भट्ठी-तल का ताप घीघ्रता से गिर जाता है। ताप के गिर जाने से कार्बन डाइ-आक्साइड अधिक बनता है। इससे गैस का तापन-मान कम हो जाता है। कभी-कभी जब ताप 1000° से० के ऊपर रहे तब चक्र को बदल देने की आवश्यकता पड़ती है। अब भाप का प्रवेश बन्द कर वायु का भरना शुरू करते हैं।

भाप के 'प्रवेश काल' को 'घावन' काल कहते हैं। घावन काल में जो जल-गैस बनती है उसका तापन-मान उत्पादक गैस से ऊँचा होता है। सामान्यतः जल-गैस का तापन-मान प्रायः 300 वि० टि० यू० प्रतिघन फुट होता है जो उत्पादक गैस के तापन-मान से ऊँचा है। जल-गैस हल्की नीली ज्वाला के साथ जलती है क्योंकि इसमें हाइड्रोजन कार्बन नहीं रहता। कभी-कभी इसे 'नीली गैस' भी कहते हैं।

कार्बुरित जल-गैस

जब जल-गैस के साथ तेल का वाष्प मिला रहता है तब उसे कार्बुरित जल-गैस कहते हैं। तप्त तल पर तेल के भंजन से तेल का वाष्प प्राप्त होता है।

जल-गैस जनित्र के साथ दो और कक्ष जोड़े जाते हैं। पहला कक्ष 'कारब्युरेटर' का और दूसरा कक्ष 'अधितापक' (superheater) का होता है। ये दोनों ही कक्ष ऊर्ध्वाधार रम्भाकार इस्पात के बने होते हैं। इनमें ऊष्म-सह इंटींग का आस्तर लगा रहता है। कक्ष अंशतः इंटींग से भरा भी रहता है। ये इंटींग गैस के बहाव के लिए अवरोधन का काम (checkerwork) करती है।

जनित्र चक्र में काम करता है। पहले वायु भरी जाती है (घसन काल), फिर भाप धी जाती है (घवन काल)। घसन में जो उत्पादक गैस जनित्र से निकलती है वह कारब्युरेटर और अधितापक द्वारा पारित होती है। कारब्युरेटर के शिखर से गौण वायु (secondary air) का प्रवेश इस कारण कराया जाता है कि गैस में बना कार्बन मनाक्साइड जल जाय। इस दहन से जो ऊष्मा निकलती है वह कारब्युरेटर और अधितापक के ताप को ऊँचा रखती है।

जब उपयुक्त ताप पहुँच जाता है तब वायु के प्रवेश को रोक कर भाप को प्रविष्ट करते हैं। जनित्र के शिखर से निकली गरम जल-गैसों को भी कारब्युरेटर के शिखर

से प्रविष्ट कराते हैं। साथ ही तेल को भी कारब्युरेटर में छिड़कते हैं। तापतदीप्त ईंट-चूल्हे के संस्पर्श से तेल के हाइड्रोकार्बन का भंजन होकर गैसीय उत्पाद बनता है। अधितापक में तेल का भजन पूर्ण हो जाता और तप्त गैस वहाँ से संघनित्र और शीतक में जाती है। ताप और तेल आदि के नियंत्रण से ऐसा उत्पाद प्राप्त होता है जिससे तापन-मान, घनता और अवयवों में विभिन्नता होती है।

तेल-गैस

कार्बुरित जल-गैस की भाँति ही तेल-गैस का निर्माण होता है। इसमें केवल तेल इस्तेमाल होता है। कुछ तेल को जलाकर कारब्युरेटर के ईंट-भट्ठे को गरम कर ताप इतना ऊँचा कर लेते हैं कि तेल का भजन हो सके। जब तेल कारब्युरेटर में बहता रहता है तब दहन की वायु का प्रवेश बन्द कर देते हैं। तेल के हाइड्रोकार्बन का भंजन होकर गैसीय उत्पाद बनता है। इसे ठंडा कर शुद्ध कर लेते हैं। भंजन के समय कुछ कार्बन भी बनता है जो जनित्र में इकट्ठा होता रहता है। यदि कार्बन की मात्रा बढ़ जाय तो तेल का बहना रुक सकता है। कार्बन के इस निक्षेप को रोकने के लिए वायु प्रविष्ट कराते हैं। कार्बन के साथ इसकी क्रिया होकर कार्बन कार्बनमनॉक्साइड में बदलकर निकल जाता है। तेल-गैसों का तापन-मान और घनता विभिन्न होती है। तेल-गैस ही रसायनशाला में तैयार होकर गरम करने में व्यवहृत होती है। जनित्र में यह बनकर गैस-टंकी में वायु के साथ मिलाकर संग्रहीत होती है।

वात-भ्राष्ट्र गैस

यह गैस लोहे के निर्माण में उपजात के रूप में प्राप्त होती है। वात-भ्राष्ट्र के शिखर से यह गैस निकलती है। इसमें प्रधानतया कार्बन मनॉक्साइड रहता है। हाइड्रोजन थोड़ी मात्रा में रहता है। इसमें कार्बन डाइ-आक्साइड और नाइट्रोजन पर्याप्त रहता है। अतः इसका तापन-मान अल्प, लगभग ९० से ११० डि० यू० प्रतिघन फुट होता है। यह दूर नहीं भेजा जा सकता। जहाँ बनता है वहाँ ही भाप बनाने में इस्तेमाल होता है। इससे गैस-इंजन भी चल सकता है। कोकमट्टी इससे गरम की जाती है। इसके अनेक उपयोगों का वर्णन आगे होया।

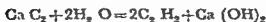
परिष्करण की तेल-गैस

पेट्रोलियम प्रभागों के भंजन में और पेट्रोलियम के परिष्कार में कुछ गैसें निकलती हैं जिनमें हाइड्रोकार्बन, मत्तुप्त और असत्तुप्त दोनों प्रकार के रहते हैं। ऐसी गैसों का

संघटन एक-सा नहीं रहता। प्राकृत गैसों से यह गैस कुछ भिन्न होती है। इसका विशिष्ट भार और तापन-मान प्राकृत गैसों से भिन्न और कम होता है।

एसिटिलीन

कैल्सियम कारबाइड पर जल की प्रतिक्रिया में एसिटिलीन गैस बनती है।



इस गैस का तापन-मान बहुत ऊँचा, १४०० बि० डि० यू० प्रति घनफुट में ऊपर होता है। इसमें कार्बन की प्रतिशतता अधिक रहने से यह चुतिमान ज्वाला के साथ जलता है। इसकी ज्वाला का ताप बहुत ऊँचा होता है। सैद्धान्तिक रूप से यह २६४२ से० होता है, धातुओं के काटने और जोड़ने में इसकी ज्वाला प्रयुक्त होती है। चापु के साथ यह विस्फोटक मिश्रण बनता है। अतः इसके साथ बड़ी सावधानी बरतने की आवश्यकता पड़ती है। अनेक धातुओं, विशेषतः ताँबे के साथ यह विस्फोटक एसिटिलाइड बनता है।

द्रव-ईंधन

द्रव-ईंधन ठोस-ईंधन से अच्छे होते हैं। इनकी विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

(१) द्रव-ईंधन कम स्थान, ठोस-ईंधन का प्रायः आधा स्थान, छँकता है।

(२) एक ही तापन-मान के ईंधनों में द्रव-ईंधन का भार ३० प्रतिशत कम होता है।

(३) द्रव-ईंधन का संग्रह सरल होता है। किसी आकार की टंकी में यह रखा जा सकता है। संग्रह करने में गैसीय ईंधन से यह अधिक सरल होता है।

(४) कम परिश्रम से द्रव-ईंधन का प्रवर्ध हो सकता है। नलों के द्वारा यह सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को लाया जा सकता है।

(५) द्रव-ईंधन में राख प्रायः होती ही नहीं है।

(६) द्रव-ईंधन के दहन की दशा लचीली होती है। उसे सरलता से बदल सकते हैं।

(७) यदि द्रव-ईंधन बहुत अधिक वाष्पशील न हो तो संग्रह से वह नष्ट नहीं होता।

(८) अभ्यन्तर दहन इंजन में द्रव-ईंधन से सीधे शक्ति उत्पन्न हो सकती है।

(९) द्रव-ईंधन को पूर्व-तापन की आवश्यकता नहीं पड़ती। ऊँचे ताप से विच्छेदन की सम्भावना रहती है।

द्रव-ईंधन की ज्वाला का नियंत्रण छतनी सरलता से नहीं होता जितनी सरलता से गैस-ईंधन की ज्वाला का नियंत्रण होता है। द्रव-ईंधन में यह एक दोष है।

पेट्रोलियम और उसके प्रभाग

कच्चा पेट्रोलियम ईंधन के रूप में प्रयुक्त होता है पर यदि पेट्रोलियम के विभिन्न प्रभागों में आसवन द्वारा अलग कर इस्तेमाल करें तो वह अधिक सुविधाजनक और कम खर्चीला होगा। आसवन से तेल का परिष्कार भी होता है। परिष्कार से गुणों में सुधार होता है। पेट्रोलियम के प्रभाग ही पेट्रोलियम या गैसोलीन और किरासन तेल हैं।

पेट्रोल के जलाने में वायु के साथ मिलाने की आवश्यकता पड़ती है। अच्छे संमिश्रण से दहन जल्दी और एक रूप से होता है। पेट्रोल के जलाने में इसे वायु के साथ मिलाकर वाष्प बनाते हैं। यह वाष्प तब दहन-क्षम में जाकर जलता है। यही दहन वस्तुतः गैसीय-ईंधन का ही होता है। यदि पेट्रोलियम कम वाष्पशील है जैसे किरासन तेल में होता है तब उसे वाष्पीभूत करने के लिए गरम करने की आवश्यकता पड़ती है। किरासन तेल के क्वथनांक ताप के ऊपर ताप पर जो तेल आसृत होता है उसे 'ईंधन तेल' कहते हैं। ऐसा तेल शक्ति उत्पन्न करने में प्रयुक्त होता है। आटा पीसने की चक्की में यही तेल इस्तेमाल होता है। ऐसे तेल को विशेष प्रकार के बर्तनों में वायु के प्रबल प्रवाह से अथवा वाष्प से छोटे-छोटे कणों में बिखरित करते हैं। कभी-कभी ऐसे तेल की तरलता (fluidity) और बिखरने की वृद्धि के लिए गरम करने की आवश्यकता पड़ती है।

पेट्रोलियम अनेक देशों में कूपों से प्राप्त होता है। कोयले के हाइड्रोजनीकरण से भी यह प्राप्त होता है। इसके निर्माण का वर्णन आगे होगा।

मृत्-शिलिका तेल

कुछ स्थलों में मृत्-शिलिका के बृहत् निक्षेप पाये जाते हैं। ये अवसादीय (sedimentary) चट्टानें हैं जिनमें कार्बनिक पदार्थ मिले रहते हैं। इनके भंजक आसवन से तेल प्राप्त होता है। एक टन मृत्-शिलिका से प्रायः १० से ६५ गैलन तक तेल प्राप्त हो सकता है। मृत्-शिलिका के भार का यह लगभग ४ से २५ प्रतिशत होता है। यह तेल पेट्रोलियम तेल से कुछ भिन्न होता है। इसमें असंतृप्त हाइड्रोकार्बन अधिक मात्रा में रहते हैं।

अनेक देशों में मृत्-शिलिका से तेल प्राप्त हुआ है। पेट्रोलियम के स्थान में इस

तेल का उपयोग हो सकता है। पर पेट्रोलियम से यह सस्ता नहीं पड़ता। सम्भव है, आम्रचन के सुधार और प्रभागों के परिष्कार की विधियों के सुधार से यह सस्ता प्राप्त हो सके।

ठोस-ईंधन

ठोस-ईंधनों में कई दोष हैं जिनसे इनका उपयोग धीरे-धीरे घट रहा है।

(१) ठोस-ईंधन में केवल बाह्य तल पर दहन होता है। इससे दहन अपेक्षया मन्द होता है।

(२) पूर्ण दहन के लिए आवश्यकता से अधिक वायु लगती है। द्रव और गैसीय ईंधन में जितनी वायु लगती है उससे कहीं अधिक।

(३) दहन में राख और धुआँ दोनों बनते हैं।

(४) ठोस-ईंधन भट्टियों में जलते हैं। भट्टियों के बनाने में खर्च अधिक पड़ता है।

अच्छी भट्टी बने, सज्जरी ठीक हो और ठोस-ईंधन को छानकर एक विस्तार का बनाकर प्रयुक्त किया जाय तो ठोस-ईंधन की दक्षता बहुत कुछ बढ़ायी जा सकती है।

ठोस-ईंधनों में नीचे लिखे ईंधन अधिक महत्त्व के हैं—

(१) लकड़ी—लकड़ी का व्यवहार घरेलू काम-काजों और उद्योग-धन्ये दोनों में समान रूप से होता है। लकड़ी के बुरादे और लकड़ी के कारखाने के निरर्थक अंश भी जलावन में काम आते हैं। लकड़ी का कोयला बनाकर भी उपयोग होता है। लोहे के निर्माण में बात-भट्टी में कोक के स्थान पर लकड़ी के कोयले का उपयोग अच्छा समझा जाता है। इससे लोहा शुद्धतर उच्चकोटि का प्राप्त होता है। पर लकड़ी के कोयले का मूल्य कोक से अधिक होता है। महंगा होने के कारण लकड़ी के कोयले का उपयोग उद्योग-धन्यों में सीमित है।

लकड़ी का तापन-मान अपेक्षया कम होता है। भिन्न-भिन्न किस्म की लकड़ियों के तापन-मान विभिन्न होते हैं। सूखी लकड़ी का तापन-मान ५००० से ६००० वि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। नमी और आक्सीजन की उपस्थिति से इसका तापन-मान घट जाता है।

(२) जीर्णक—लकड़ी की भाँति जीर्णक (पीट) का भी उपयोग जलावन के लिए होता है। जीर्णक का वर्णन आगे होगा।

(३) कोयला—इसका वर्णन आगे होगा।

(४) चूणित कोयला—चूण किये कोयले का उपयोग धीरे-धीरे बढ़ रहा है।

बड़े-बड़े वायलरों में, जहाँ प्रतिघंटा ५०,००० पाउण्ड से अधिक भाप बनती है, गरम करने के लिए चूर्ण किये कोयले का उपयोग होता है। बोकारो के घर्मल पावर हाउस में कोयले का ऐसा ही चूर्ण प्रयुक्त होता है। इसकी ज्वाला गैस की ज्वाला सी ही लंबी होती है पर इसमें दहन मन्द होता है। दहन के लिए बड़े-बड़े दहन-बल की आवश्यकता पड़ती है। लाभ इसमें यह है कि निकृष्ट कोटि का कोयला या कोक भी इस्तेमाल हो सकता है।

(५) कोक—इसका वर्णन आगे होगा।

(६) इष्टका—लकड़ी के कोयले, पत्थर के कोयले और कोक के चूर्ण से इष्टका बनायी जाती है। इष्टका बनाने के लिए किमी बन्धक ऊष्मा और दबाव की आवश्यकता पड़ती है। इष्टका प्रधानतया घरेलू जलावन के लिए ही प्रयुक्त होती है।

(७) कोलायडल ईंधन—कोयले के बहुत बारीक चूर्ण को तेल में आसन्न करके जलाने से यह द्रव-ईंधन सा जलता है। तेल से ठोस चूर्ण अलग न हो जाय इसके लिए किसी स्थायिकारक (*stabilizing agent*) की आवश्यकता पड़ती है। एक प्रतिशत चूना-रोजिन स्नेह इस काम के लिए उपयुक्त होता है। इस प्रकार तेल में स्थायी किये हुए कोयले के चूर्ण को 'कोलायडल ईंधन' या 'डिसेपामीय ईंधन' कहते हैं। इसका विस्तार छोटा होता है। कोलायडल का दहन स्वतः नहीं होता। इसका उपयोग जहाजों और रेलगाड़ियों में होता है।

चौदहवाँ अध्याय

पत्थर कोयले की उत्पत्ति

कोयला किससे बनता है, इस सम्बन्ध में कोई मतभेद नहीं है। सभी यह स्वीकार करते हैं कि पेड़-पौधों के युगों तक धरती के अन्दर सड़ने-गलने, दबाव और ऊष्मा से कोयला बनता है। भूरे कोयले और लिग्नाइट सद्गुण कोयले में आंखों से देखने से भी पौधों की संरचना स्पष्ट देख पड़ती है, बिटुमिन सद्गुण कोयले में सूक्ष्मदर्शी से देखने से कोशा-तन्तुएँ, बीजाणु और रेजिन के कण देख पड़ते हैं। बंध्रसाइट सद्गुण कोयले में सूक्ष्मदर्शी से भी देखने पर कोशाओं का पता लगाना कुछ कठिन होता है।

कोयले की प्रकृति अनेक बातों पर निर्भर करती है। कैसे पेड़-पौधों से कोयला बना है; पेड़-पौधों का अपक्षय किस दर्जे तक हुआ है; किस दशा में जीर्णक बना है; जीर्णक पर कितना दबाव पड़ा है; कितनी ऊष्मा उत्पन्न होकर किस ताप पर कोयले के बनाने में कार्य हुआ है—इन सब बातों पर ही कोयले की प्रकृति निर्भर करती है; भूगर्भवेत्ताओं ने कोयले के बनने के काल को दो भागों में विभक्त किया है। एक कोयले की रचना का जीव-रासायनिक काल और दूसरा कोयले के बनने का प्राबैगिक-रासायनिक काल।

कोयले की रचना का जीव-रासायनिक काल

पेड़-पौधे जब धरती पर गिर पड़ते हैं तब उनका अपक्षय होना शुरू होता है। इस अपक्षय से लकड़ी से प्रथम जीर्णक (peat) बनता है। जीर्णक महापकों में बनता है। महापकों में जो पेड़ होते हैं उनमें छोटे-छोटे और शाकीय पौधे नहीं होते। वे बड़ी बड़े-बड़े पेड़ों के कारण पनपते नहीं हैं। धरती पर हरिता (moss) और कवच्य (bcheus) छाये रहते हैं। अनेक वर्षों के बाद पेड़ गिर कर सूख जाते और तब गिर पड़ते हैं। धरती के उथल-पुथल से भी पेड़ों का गिर जाना सम्भव है। गिर पड़ने पर पेड़ विच्छेदित होना शुरू करते हैं। यह विच्छेदन अणु-जीवियों, बैक्टीरिया और कवकों के द्वारा होता है। इस काम में वायु और आर्द्रता से सहायता मिलती है। अणु-जीवियों से पेड़ की अधिकांश संरचनाएँ आश्रान्त होती हैं और उसका अपचयन

(disintegration) शुरू होता है। समय पाकर और पेड़ गिरकर पुराने पेड़ों को महापंकों में दबाते हैं। फिर और पेड़ उगते, बढ़ते और फिर भरकर गिरकर विच्छेदित होकर तह पर तह बनते जाते हैं। उन पर दबाव बढ़ता जाता है पर वायु के अभाव और प्रवाहहीन जल से सूक्ष्म-जीवी मर जाते हैं। तब उद्भिद् पदार्थों का और अपक्षय धीरे-धीरे मन्द होता जाता है। यदि और कोई क्रिया न हो तो इस प्रकार गड़ा हुआ पेड़-पौधा उसी आकार और संरचना का अनन्त काल तक पड़ा रह सकता है पर यह कार्य रुकता नहीं है। पौधों का बढ़ना, भरना और अपक्षय होना बराबर चलता रहता है। औद्भिदीय पदार्थों का मलबा (debris) कई फुट गहरा बन जाता है। ऐसे अनेक महापंक आज भी अमेरिका में हैं और जीर्णक बनाने का काम निरन्तर कर रहे हैं। एक समय में भारत के उत्तर प्रदेश, बिहार, बंगाल, हैदराबाद राज्य और आसाम में भी ऐसे ही महापंक थे जिनके कारण कोयले की खानें वही आज मिलती हैं। भारत में आज ऐसे महापंक (स्वाप) और जंगल नहीं हैं जहाँ कोयला बनने का काम हो रहा है। भारत के महापंक लाखों वर्ष पूर्व में थे। ऐसे समय में थे जब कोई मनुष्य धरती पर नहीं था। उस समय केवल पेड़ पौधे ही उगे हुए थे और सम्भवतः कुछ ऐसे जन्तु थे जिनका आज अस्तित्व नहीं है।

जिस काल में पेड़-पौधों का यह अपक्षय हुआ था उस काल को 'ज.व-रासायनिक काल' कहते हैं। जीर्णक (peat) के निर्माण में पेड़ों के सब सघटक एक गति से विघटित नहीं होते। तेल और प्रोटीप्लाज़म पहले विघटित होते हैं। फिर सेल्यूलोज और लिगनिन सदृश कार्बोहाइड्रेट विघटित होते हैं। बीजाणु, मोम और रेजिन अधिक प्रतिरोधक होते हैं। इस कारण बहुत काल तक वे अविघटित रह जाते हैं। रेजिन तो बहुत अधिक काल तक अविच्छेदित रह जाता है। वह कोयले में भी पाया जाता है। जीर्णक के निक्षेप और गुणों पर पेड़-पौधों की प्रकृति, संघटकों के अपक्षय की डिगरी आदि का पर्याप्त प्रभाव पड़ता है।

कोयले की रचना में प्रावैगिक-रासायनिक काल

जीर्णक का कोयले में परिवर्तन एक-पर-एक स्तर (strata) पड़ने से दबाव और ऊष्मा के कारण होता है। पहाड़ों के बनने और धरती के उथल-पुथल के कारण भी ऐसा हो सकता है। इस परिवर्तन में पौधों में उपस्थित खनिजों का भी हाथ है।

धरती की पर्यटी (crust) पर सदा ही कुछ न कुछ परिवर्तन होते रहते हैं। यह परिवर्तन लाखों वर्ष पहले बहुत अधिक होता था। कहीं धरती ऊपर उठती थी और कहीं धरती धँस जाती थी। कहीं पहाड़ उठता था तो कहीं समुद्र बन जाता था।

इससे जीर्णक घरती के अन्दर अधिकाधिक दबाव जाता था। वहीं तल पानी में भरकर झील बन जाता था। पानी के भर जाने के कारण पेड़-पौधों का उगना बन्द हो जाता था। ऊँची घरती से भल (Salt), रेत और मिट्टी आकर जीर्णक को ढँक देती थी। इससे जीर्णक अधिक सघन हो जाता है। इसके प्रतिकूल कभी-कभी जीर्णक का तल ऊपर उठ जाता, उसका पानी सूख जाता और जमीन सूख जाती या पहाड़-पहाड़ी बन जाती है। ऐसे बनने में जीर्णक पर अत्यधिक दबाव पड़ता है। ऊष्मा भी उत्पन्न होती है। ऊष्मा कुछ तो तल के कारण और कुछ रासायनिक प्रतिक्रियाओं के कारण उत्पन्न होती है। ऐसी परिस्थिति बहुत काल तक घनी रहती है। इससे जीर्णक में अनेक परिवर्तन होते हैं। मियेन गैस निकलती है। निस्प्रेश में कार्बन की मात्रा बढ़ती है। जीर्णक में धीरे-धीरे परिवर्तन होता हुआ, अनेक परिस्थितियों से पार करता हुआ अन्त में वह अंधेसाइट में परिणत हो जाता है। ऐसा होने में आक्सीजन की मात्रा क्रमशः कम होती जाती है। हाइड्रोजन की मात्रा में विशेष अन्तर नहीं पड़ता। इससे मालूम होता है कि आक्सीजन केवल कार्बन डाइ-आक्साइड के रूप में ही निकलता है। केवल अंधेसाइट में हाइड्रोजन की मात्रा कुछ कम रहती है। यहाँ हाइड्रोजन अवश्य ही हाइड्रो-कार्बन के रूप में निकलता है।

	जलमात्रा प्रतिशत	रासमुक्त के आधार पर शुष्क पदार्थ में मात्रा प्रतिशत			
		कार्बन	हाइड्रोजन	आक्सीजन	१०० में वाष्पशील पदार्थ
काठ (औसत)	२०	५०	६	४२.५	७५
जीर्णक	९०	६०	५.५	३२.३	६५
भूरा कोयला	६०-४०	६०-७०	प्रायः ५	२५ से अधिक	५० से अधिक
लिंगनाइट	४०-२०	६५-७५	प्रायः ५	१६-२५	४० से ५०
उप-बिटुमिनी	२३-१०	७५-८०	४.५-५.५	१२-२१	प्रायः ४५
बिटुमिनी	१०	७५-९०	४.५-५.५	५-२०	१८-४०
अर्ध-बिटुमिनी	५ से कम	९०-९२	४.०-४.५	४-५	१५-२०
अंधेसाइट	५ से कम	९२-९४	३.०-४.०	३-४	१५

जीर्णक को लिग्नाइट और अथोसाइट में परिणत होने में, लाखों करोड़ों वर्ष लग जाते हैं। कितने समय और कौसी परिस्थिति में यह समय लगा है, यह कोयले की प्रकृति से अनुमान लगाया जा सकता है। ऐसा अनुमान है कि कोयले के निर्माण का ताप 100° से० से लेकर 600° से० तक रहता है। अधिक गहराई में पड़े कोयले पर १५०० वायु मण्डल तक का दबाव रह सकता है।

कुछ कोयले के निर्माण में बहुत अधिक दबाव लगा होगा, इसमें सन्देह नहीं है। एक ही खान में भिन्न-भिन्न गहराई के कोयले पर विभिन्न दबाव का रहना स्वाभाविक है। इससे विभिन्न स्तरों के कोयले के विस्लेषण में अन्तर होना कोई आश्चर्य की बात नहीं है। ऐसे समय को जब जीर्णक पर दबाव अधिक रहता और उसका ताप भी ऊँचा रहता है "प्रावैमिक-रासायनिक काल" (Dynamo-chemical period) कहते हैं। जीर्णक को कोयले में परिणत करने को जीर्णक का 'कोयलाकरण' (coalification) अथवा 'परिवर्तना' (metamorphism) कहते हैं।

कितने औद्भुत पदार्थों से कितना कोयला बनता है, इसका संगणन (computation) सरल नहीं है। ऐसे संगणन की कोई सन्तोषप्रद रीति हमें मालूम नहीं है। इस सम्बन्ध में जो कुछ अध्ययन और अनुसन्धान हुए हैं उनसे पता लगता है कि लकड़ी से जीर्णक बनने में लकड़ी का सात या आठ भाग जीर्णक के एक भाग में परिणत हो जाता है। १०० वर्ष में जीर्णक १ फुट की गहराई का बनता है। जीर्णक का ३ फुट स्तर विटुमिनी कोयले के एक फुट स्तर में परिणत हो जाता है। इस प्रकार कोयले के एक फुट के स्तर के बनने में लकड़ी का प्रायः २० से २५ फुट स्तर लगता है।

कोयले के सब स्तरों में पर्याप्त मात्रा में खनिज लवण रहते हैं। कोयले के दो स्तरों के बीच बहुधा मिट्टी, घोघे, शिलिका (slate) या अन्य कार्बनिक पदार्थों के स्तर रहते हैं। ये स्तर एक इंच से कई फुट तक की मोटाई के होते हैं। कोयले में लोहे के सल्फाइड चूना-पत्थर, बालू, मिट्टी आदि भी मिली रहती हैं। इनके बड़े-बड़े टुकड़ों से लेकर छोटे-छोटे दाने तक पाये जाते हैं। जीर्णक के स्तर बनने के समय सम्भवतः ये पानी से आ जाते हैं।

सम्भव है कि कैल्सियम ग्लूकोट के अवकरण से सल्फाइड बनता है। औद्भुत पदार्थों के अपक्षय से हाइड्रोजन सल्फाइड बनकर उससे सल्फाइड बनता है। वायु की उपस्थिति में सल्फाइड के आक्सीकरण से भी सल्फेट बनकर कोयले में रह सकता है। इस कारण पौधों की सरचना के साथ-साथ कोयले में खनिज पदार्थ संयुक्त रहते हैं।

कोयले के दो स्तर कभी भी एक से नहीं होते। सम्भव है, जिन पेड़-पौधों में वे

बने होते हैं वे एक से नहीं हों। कोयले के बनने की परिस्थितियाँ भी एक सी नहीं होतीं अतः कोयले के स्तरों का मिश्र-मिश्र होना कोई आश्चर्य की बात नहीं है।

ऊपर के सिद्धांतों से अधिकांश कोयले के निर्माण की व्याख्या सरलता से हो जाती है। पर पंक-कोयले अथवा धूँत-कोयले (boghead or cannel coal) की व्याख्या इनसे नहीं होती। ऐसे कोयले में बीजाणु और बीजाणु बाह्य कवच अधिक मात्रा में रहते हैं। ये बीजाणु प्रहारिता (licheus), हरिता (mosses) और पर्णम के बने होते हैं। इनके बाह्य कवच पर मोम और रेजिन भा पदार्थ अधिक रहता है। ये रासायनिक परिवर्तन और सूक्ष्म जीवियों की क्रिया के प्रतिरोधक होते हैं। यह सम्भव है कि ऐसे कोयले किसी जीर्णक-पंक के तालाब में बने हों जहाँ से वे पानी से बहाकर लाये जाकर बड़ी मात्रा में इकट्ठे हुए हों और समय पाकर मिट्टी से ढँक गये हों। पंक-कोयले भी इसी रीति से बनते हैं। पंक-कोयले में आप्यका अधिक रहती है।

पन्द्रहवाँ अध्याय

कोयले का वर्गीकरण

कोयले अनेक प्रकार के होते हैं। उनके उपयोग भी अनेक हैं। अनेक स्थला म वे पाये जाते हैं। धरती के अन्दर खानों में भिन्न-भिन्न गहराई से वे निकलते हैं। एक ही खान से निकले भिन्न-भिन्न गहराई के कोयले एक से नहीं होते। स्थान की विभिन्नता और खानों की गहराई से कोयले में विभिन्नता होती है। कोयले का वर्गीकरण अनेक प्रकार से हुआ है। उत्पादकों ने अपने दृष्टिकोण से वर्गीकरण किया है, उपभोक्ताओं ने अपने दृष्टिकोण से और वैज्ञानिकों ने अपने दृष्टिकोण से। किसी ने कोयले के एक गुण के आधार पर, किसी ने कोयले के दूसरे गुण के आधार पर और किसी ने कोयले के अनेक गुणों के आधार पर वर्गीकरण किया है। किसी ने विश्लेषण अंकों के आधार पर, किसी ने सरचना के आधार पर, किसी ने विस्तार और बाह्य रूप के आधार पर और किसी ने ऊष्मा के प्रति व्यवहार के आधार पर कोयले का वर्गीकरण किया है।

किस प्रकार के पौधों से कोयला बना है, इस दृष्टि से कोयले दो प्रकार के होते हैं। जो कोयले बड़े-बड़े पेड़ों और उनके त्कों से बने हैं उन्हें धरणिक (humic) कोयला कहते हैं। भारत के सब कोयले इसी वर्ग के हैं। दूसरे प्रकार के कोयले छोटे-छोटे पौधों से बने होते हैं। इन्हें हम अधरणिक (sapropelic) कोयला कहेंगे। अधरणिक कोयला महत्व का नहीं है। इसकी मात्रा भी अधिक नहीं पायी जाती। भारत में यह कोयला बिल्कुल नहीं पाया जाता। आसवन से इससे बड़ी मात्रा में तेल प्राप्त होता है। वाष्पशील अंश इसमें अधिक और कार्बन कम रहता है। कभी-कभी दियासलाई से आग लगाने पर यह कोयला जलने लगता है।

अमेरिका में कोयले का जो वर्गीकरण हुआ है वह वर्गीकरण अधिका प्रामाणिक समझा जाता है। इस वर्गीकरण को अमेरिकी स्टैंडर्ड एसोसियेशन ने सन् १९३८ ई० में अभिग्रहण किया था। यह वर्गीकरण वाष्पशील अंश और स्थायी कार्बन के आधार पर हुआ है। ऊँची कोटि के कोयले को शुष्क कोयले के आधार पर और नीची कोटि के

कोयले को आर्द्र कोयले के और ऊष्मा उत्पन्न करने के आधार पर किया गया है।

यह वर्गीकरण प्राथमिक विश्लेषण पर आधारित है। यहाँ वाष्पशील अंश और स्थायी कार्बन की मात्रा निकालते हैं। इसमें निम्नलिखित समीकरण का उपयोग करते हैं।

वाष्पशील अंश (शुष्क खनिज लवण रहित कोयले में) की प्रतिशतता

= १०० - शुष्क खनिज लवण रहित स्थायी कार्बन प्रतिशतता

स्थायी कार्बन (शुष्क खनिज लवण रहित कोयले में) की प्रतिशतता

१०० स्थायी कार्बन प्रतिशतता — १५ गन्धक

१०० - (आर्द्रता प्रतिशतता + १०८ राख प्रतिशतता + ०.५५ गन्धक प्रतिशतता)

आर्द्र खनिज लवण रहित वि० टि० यू० प्रति पाउण्ड

१०० वि० टि० यू० — ५००० गन्धक प्रतिशतता

१०० - १०८ राखप्रतिशतता — ०.००५ गन्धक प्रतिशतता

यहाँ खनिज लवण से राख का मतलब नहीं है। उत्पादन से राख प्राप्त होती है। उत्पादन से कोयले के खनिज लवणों में परिवर्तन होता है। अतः खनिज लवणों की मात्रा राख में ज्यों की त्यों नहीं बनी रहती। राख से खनिज लवण की मात्रा निकालने में राख की मात्रा में संशोधन की आवश्यकता पड़ती है। आर्द्र कोयले का मतलब कोयले के उस जल से है जो खानों से कोयले के निकालने पर कोयले में विद्यमान रहता है।

यहाँ कोयले का वर्गीकरण इस प्रकार हुआ है—

कोयला

काठ	जीर्णक	लिग्नाइट	उप	विटुमिनी	अर्ध	अर्ध	अर्ध - भेफाइट
			विटुमिनी	विटुमिनी	विटुमिनी	अर्धोमाइट	साइट

काठ कोयला नहीं है पर काठ से ही प्रायः समस्त कोयला प्राप्त होता है। जीर्णक कोयला नहीं समझा जाता। कोयला बनने की यह प्रथम अवस्था है। उद्भिद्

पदार्थों के अंशतः अपक्षय से जीर्णक प्राप्त होता है। यह अपक्षय आद्र दशा में आद्र-स्थलों में होता है। आद्रस्थल या तो ऊँची भूमि का ढालवा तल होता है अथवा नीची भूमि का छिछला खात (shallow basin)। जीर्णक का बाह्य तल हलके भूरे रंग का होता है। उसमें औद्भिदी-संरचना स्पष्टतया देख पड़ती है। जैसे-जैसे हम जीर्णक के अग्र्यन्तर भाग में प्रवेश करते हैं, रंग गाढा हो जाता है तब जीर्णक ग्यूना-धिक जेली मा दलेपाय होता है। इसमें औद्भिद संरचना दीख नहीं पड़ती। जीर्णक में जल की मात्रा ८० से ९० प्रतिशत रहती है पर वायु में खुला रखने से जल की मात्रा कम हो जाती है। यदि जीर्णक को वायु में सुखा दिया जाय तो जल की मात्रा कम होकर ६ से १५ प्रतिशत रह जाती है। जीर्णक को इससे अधिक सुखाया नहीं जा सकता। अधिक सुखाने से काष्ठ-कोशा की बनावट नष्ट हो जाती है। जीर्णक के सुखा देने पर वह कठोर और भगुर हो जाता है। ऐसी दशा में जलावन के लिए इस्तेमाल हो सकता है। पर जीर्णक का ऊष्मा-मान अल्प होता है। साधारणतया यह ६००० से ९००० बि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। जीर्णक कोयले से हलका होता है। हाथ से दबाने से चूर-चूर हो जाता है। इसके खोदने और सुखाने में अधिक खर्च पड़ता है।

जलावन के लिए जीर्णक का साधारणतया उपयोग नहीं होता पर जलावन के लिए उसका उपयोग हो सकता है। इसमें गन्धक की मात्रा कम होने से इसके उपयोग में लाभ है। आयरलैंड सदृश कुछ देशों में जलावन के लिए जीर्णक इस्तेमाल होता है। यदि इसकी इष्टका बना लें तो जलावन के लिए यह अधिक सुविधाजनक होगा। जीर्णक के चूर्ण को दबाकर अथवा कोई अन्यक ढालकर इष्टका बना सकते हैं। जीर्णक का उपयोग उर्वरक के रूप में भी हुआ है और होता है क्योंकि इसमें नाइट्रोजन २ प्रतिशत तक रहता है। वस्तुओं के लपेटने और पृथ्यकारक (insulator) के रूप में इसका उपयोग होता है। मिट्टी के ढीला करने में भी यह काम आ सकता है।

दक्खिन भारत की नीलगिरी पहाड़ी की ६००० फुट ऊँचाई की दलदल भूमि में जीर्णक पाया गया है। ऐसा समझा जाता है कि इस जीर्णक पंक में यह विस्तृत रूप में विद्यमान है। सुखाया हुआ जीर्णक जलावन के लिए उत्कृष्ट लाया जाता है। कलकत्ते के आम-भास हुगली नदी के दोनों तटों पर १८ मे ३५ फुट की गहराई में जीर्णक सा पदार्थ मिलता है। कश्मीर और नेपाल में भी जीर्णक पाया गया है। सम्भवतः वह जीर्णक नहीं है, लिग्नाइट है।

सारिणी

प्रजाति	कच्चे में आद्रता %	शुष्क राख-सहित कोयले में			
		कार्बन	हाइड्रोजन	आक्सीजन	१००° से० पर वाष्प- शीलता
काष्ठ	२०	५०	६	४२.५	७५
जीर्णक	९०	६०	५.५	३२.३	६५
भूरा कोयला	६०-४०	६०-७०	प्रायः ५	२५ से अधिक	५० से अधिक
लिंगनाइट	४०-२०	६५-७५	प्रायः ५	१६-२५	४०-५०
उप-बिटुमिनी	२०-१०	७५-८०	४.५-५.५	१२-२१	प्रायः ४५
बिटुमिनी	१०	७५-९०	४.५-५.५	५-२०	१८-४०
अर्ध-बिटुमिनी	५ से कम	९०-९५	४.०-४.५	४-५	५-२०
अंग्रे साइट	५ से कम	९२-९४	३.०-४.०	३.४	१५

लिंगनाइट

जीर्णक से कोयला बनने का लिंगनाइट प्रथम क्रम है अतः लिंगनाइट जीर्णक से बहुत मिलता-जुलता है। इसमें भी काष्ठ की संरचना रहती है और काष्ठ-कोशाएँ देखी जा सकती हैं। पर जीर्णक से यह अधिक सघन होता है। इसका रंग भूरा होता है। वायु में खुला रहने से रंग गाढ़ा हो जाता है। इसमें कुछ रेजिन भी रहता है। लिंगनाइट में आद्रता २० से ४५ प्रतिशत रहती है। वायु में खुला रखने से सूखकर आद्रता १५ प्रतिशत हो जाती है। सूखने पर यह सिकुड़ता है और चूर-चूर हो जाता है। कभी-कभी आक्सीजन के शीघ्र अवशोषण के कारण इसमें स्वतः आग लग सकती है। इस कारण इसे सावधानी से वायु-शून्य स्थान में संग्रह करने की आवश्यकता होती है।

पुर्छे के साथ यह शीघ्रता से जलने लगता है। तपाने की क्षमता अपेक्षाकृत अल्प होती है। बिना भूखे लिंगनाइट का तापन-मान ५५०० से ८००० डि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। राख और आद्रता रहित लिंगनाइट के आधार पर तापन-मान १०,००० से १५,००० डि० डि० यू० होता है।

आनाम, कश्मीर और पंजाब के तृतीयक कोयले लिंगनाइट वर्ग के हैं। भारत के गढ़ी कोयले भी इसी वर्ग के हैं। बोफानेर के पलान का कोयला लिंगनाइट है।

रामपुर के आस-पास कग्न नदी की रेत के नीचे भी लिग्नाइट के पाय जान का पता लगा है। द्रावनकोर और मालावार तटों पर लिग्नाइट पाया जाता है। मद्रास के दक्खिन आर्कोट जिले में २० से ७० फुट की मोटाई में विस्तृत लिग्नाइट पाया गया है। अमेरिका के अनेक स्थलों में हजारों मील के विस्तार में लिग्नाइट पाया जाता है।

लिग्नाइट जलावन में काम आता है। इसका उपयोग धीरे-धीरे बढ़ रहा है। इसका दोष यह है कि यह सरलता से चूर-चूर होकर ले जाने-ले आने में बहुत कुछ नष्ट हो जाता है। इसका अल्प तापन-मान और ऊँच आद्रता भी बाधक है। इष्टका बनाकर इसका उपयोग अधिकता से होता है। उत्पादक गैस के निर्माण में यह प्रयुक्त हो सकता है। इससे जर्मनी में कोक भी तैयार हुआ है। इसके हाइड्रोजनीकरण से कृत्रिम पेट्रोलियम बन सकता है। कार्बनिक विलायकों से निष्कार्ब निकालने पर 'मोन्टान मोम' प्राप्त होता है।

भारत का लिग्नाइट कोयला

घातु-निर्माण में उत्कृष्ट कोटि का कोयला इस्तेमाल होता है। ऐसे कोयले में राख की मात्रा बहुत थोड़ी रहनी चाहिये। फ्लास्करस की मात्रा भी बहुत ही अल्प। यदि ऐसा न हो तो घातुएँ उत्कृष्ट कोटि की नहीं बनती। इनके भौतिक और रासायनिक गुणों में बहुत अन्तर आ जाता है जो वांछनीय नहीं है। भारत को उत्कृष्ट कोटि का कोयला कब तक मिलता रहेगा, इसका ठीक-ठीक पता नहीं लगा है। कुछ लोगों का अनुमान है कि ऐसे कोयले के निक्षेप शीघ्र ही समाप्त हो सकते हैं। अन्य देशों के उत्कृष्ट कोटि के कोयले के समाप्त हो जाने का भी भय है, इसलिए प्रयत्न हो रहा है कि उन्हें जहाँ तक हो सके सुरक्षित रखा जाय। जहाँ-जहाँ जिन-जिन कामों के लिए उत्कृष्ट कोटि का कोयला आज प्रयुक्त किया जा रहा है वहाँ-वहाँ उन कामों के लिए अन्य किसम के कोयले का उपयोग हो ऐसा प्रयत्न किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त उत्कृष्ट कोटि के कोयले के संरक्षण के लिए जो प्रयत्न हो रहे हैं उनमें निम्नलिखित प्रयत्न उल्लेखनीय हैं।

(१) उत्कृष्ट कोयले की सफाई कर उसमें उत्कृष्ट कोटि का कोयला प्राप्त किया जाय। सफाई करने की मशीनें शरिया कोयला क्षेत्र में बैठाने की योजना बनी है।

(२) उत्कृष्ट कोटि के कोयले को ऐसे निकाला जाय कि निकालने में उसका कम से कम अंश नष्ट हो।

(३) उत्कृष्ट कोटि के कोयले को जहाँ तक सम्भव हो निकृष्ट कोटि के कोयले के साथ मिलाकर काम में लाया जाय।

(४) वात-भट्ठी में ऐसा सुधार किया जाय कि उसमें निकृष्ट कोटि का कोयला भी प्रयुक्त हो सके।

(५) जहाँ तक सम्भव हो जिस स्थान से कोयला निकले उसके आस-पास ही उसका उपयोग हो ताकि परिवहन में कोयला नष्ट न हो।

(६) धातुओं के निर्माण में ऐसा सुधार किया जाय कि बिना कठोर कोक से भी काम चल सके।

(७) लोहे के निर्माण में लोहे के निम्नकोटि के खनिज से भी लोहा निकाला जा सके।

इसके लिए आज प्रयोग हो रहे हैं। कोक न बनने वाले कोयले, कोयले की धूलों, निम्नता पर कार्वनीकृत कोक के उपयोग के सम्बन्ध में अनुसन्धान हो रहे हैं। ऐसे प्रयोग अनेक देशों, इंग्लैंड, अमेरिका, भारत आदि में हो रहे हैं।

भारत में लिग्नाइट पाया जाता है। दक्खिन आर्कोट में इसके विस्तृत निक्षेप पाये गये हैं। भारत के अन्य क्षेत्रों में भी लिग्नाइट पाया गया है। ऐसा लिग्नाइट कहाँ तक लोहे के निर्माण में प्रयुक्त हो सकता है? लोह-खनिज की धूल को क्या लिग्नाइट के साथ मिलाकर छोआ से बाँधकर इष्टका बनाकर धातु के निर्माण में प्रयुक्त कर सकते हैं, इत्यादि ऐसे प्रश्न हैं जिनका समाधान प्रयोगशालाओं में खोजा जा रहा है। अभी तक इस सम्बन्ध में जो प्रयोग हुए हैं उनसे मालूम होता है कि कोक के स्थान में लिग्नाइट का उपयोग सम्भव है। भारत की राष्ट्रीय प्रयोगशाला में जो प्रयोग अभी तक हुए हैं उनसे पता लगता है कि जिस लिग्नाइट में १५ प्रतिशत नमी हो उसे यदि बहुत ऊँचे दबाव, प्रति वर्गइंच ५३५० पाउण्ड दबाव, पर दबाया जाय तो ऐसी इष्टका बनती है जो बहुत कठोर होती और वह धातु-निर्माण में प्रयुक्त हो सकती है। ऐसी इष्टका बिना किसी बाह्य बन्धक के सहयोग से बनी है। सम्भवतः लिग्नाइट में उपस्थित मोम जैसे पदार्थों के रहने से ऐसी कठोर इष्टका बनने में सहायता मिलती है। पर यदि कोई बन्धक लिग्नाइट में मिलाया जाय तो कोक ऐसा कठोर बन सकता है जो धातु-निर्माण में प्रयुक्त हो सके। छोआ के उपयोग में एक दोष यह है कि छोआ से बनी इष्टका वायु से नमी को खींचती है जिससे ऐसी इष्टका वायु में खुल रखने से गीली हो जाती है। यदि मिट्टी किस्म के किसी अन्य बन्धक का उपयोग हो तो सम्भवतः वह अधिक सुविधाजनक होगा। लिग्नाइट में राख की मात्रा कम रहने से थोड़ी मिट्टी से धातु-भल की मात्रा अधिक बढ़ेगी भी नहीं।

प्रयोग में जो लिग्नाइट प्रयुक्त हुआ है उसका विश्लेषण यह है।

	वायुशुष्क	राख-मुक्त
नमी	१०.८ प्रतिशत	११.२० प्रतिशत
घाष्पशील अंश	५२.९५ "	५४.९० "
राख	३.५५ "	—
स्थायी कार्बन	३२.७० "	३३.९० "

लोह-खनिज धूल का विश्लेषण

महीनता	६० अक्षि
आयर्न आक्साइड (Fe_2O_3)	८८.८%
गन्ना (विघातु)	१२.२%

चूना-मत्थर का विश्लेषण

कैल्सियम कार्बोनेट, $CaCO_3$	९०.५७ प्रतिशत
मैगनीसियम कार्बोनेट, $MgCO_3$	२.०० "
मिश्र आक्साइड	लेड
अविलेय अंश	७.४३ प्रतिशत

छोआ मिलाकर जो इष्टका तैयार हुई थी उसे चूल्हे में ११०° से० पर सुखाकर खुली वायु में १२० घण्टा रखकर प्रति १४ घण्टे पर उसमें जल की मात्रा निर्धारित हुई थी। उससे जल का अवशोषण नियमित रूप से नहीं हुआ। पहले अवशोषण में जल की मात्रा बहुत अधिक थी। समय के बीतने से अवशोषण की मात्रा क्रमशः कम होती जाती है।

छोआ द्वारा निर्मित इष्टका

समय-अवधि (घण्टों में)	विभिन्न काल में अवशोषित जल की प्रतिशतता	अन्तिम २४ घण्टे में नमी	महत्तम	अल्पतम
२४	५.५	९८	८५	
४८	२.७	९५	८०	
७२	०.५७	९३	७०	
९६	०.६७	९०	६२	
१२०	०.५५	९२	६४	

प्रयोग क्रमांक	खनिज लिग्नाइट चूनापत्थर ग्राम में			लिग्नाइट में जल प्रतिशतता	मिश्रण की भौतिक दशा	निरीक्षण
१	१००	४०	१०	शून्य	इष्टका	कच्चा लोहा धातु मल पर्याप्त तरल नहीं
२	१००	४०	१०	५.४	इष्टका छाँआ के सहयोग से	अवकरण नहीं
३	१००	१००	१५	१०.८		
४	१००	१००	१५	शून्य	"	"
५	१००	७५	१५	१०.८	चूर्णरूप	अपूर्ण अवकरण धातु, धातुमल से अलग नहीं
६	१००	७५	१५	१०.८		
७	१००	७५	१५	१०.८	इष्टका (चूने से)	अवकरण नहीं
८	१००	७५	१५	१०.८	चूर्णरूप	अपूर्ण अवकरण
९	१००	७५	१५	१०.८	"	"
१०	१००	५०	१५	१०.८	"	अवकृत लोहा गोलिका बना

इन प्राथमिक प्रयोगशाला प्रयोगों से कोई निश्चित परिणाम नहीं प्राप्त हुआ है पर आशा होती है कि यदि प्रयोग जारी रखा जाय तो उससे सन्तोषप्रद परिणाम निकल सकते हैं अर्थात् धातुओं के निर्माण में कठोर कोक के स्थान में लिग्नाइट से बनी इष्टका का प्रयोग हो सकता है।

अर्ध विटुमिनी कोयला या काला लिग्नाइट

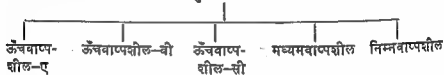
यह कोयला काले रंग का होता है। इसमें बिच सी चुति होती है। रंग और संघटन में लिग्नाइट से भिन्न होता है। लिग्नाइट से अधिक सघन और अधिक कठोर होता है। १२ से ३० प्रतिशत जल रहता है। यह कोयला भी टूटता है पर चूर्ण में नहीं, पटिया (slate) में टूटता है। इस वर्ग के अच्छे कोयले का तापन-मान ८००० से ११००० डि० डि० यू० होता है। ईंधन के लिए यह अच्छा समझा जाता है। यह सरलता से जलाया जा सकता है। यदि गन्धक की मात्रा कम हो तो गैस के लिए यह अच्छा होता है। भारत के प्रादिनूतन काल के कुछ कोयले के क्षेत्र इसी वर्ग के हैं।

अमेरिका में इसके निक्षेप बड़े विस्तृत हैं। अनेक स्थलों, न्यू मैक्सिको, वाशिंगटन, मोन्टाना, वियोमिंग इत्यादि में यह कोयला पाया गया है।

बिटुमिनी कोयला

सब से अधिक महत्त्व का यही कोयला है। इसके उपयोग भी विस्तृत हैं। ईंधन के लिए इसी कोयले का सबसे अधिक उपयोग होता है। इस कोयले में बिटुमिन बिल्कुल नहीं होता। यह केवल बिटुमिन सा धुएँ के साथ पीली ज्वाला में जलता है। भंजक आसवन से बिटुमिन-प्रकृति का तारकोल यह प्रदान करता है। इस कोयले के पाँच अन्तर विभाग हैं।

बिटुमिनी कोयला



बिटुमिनी कोयला सघन और कठोर होता है। इसका विश्लेषण ऊपर की सारिणी में दिया हुआ है। इसका तापन-मान ८००० से १५,५०० बि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। इसका ईंधन अनुपात २.५ से कम होता है। ऊँच वाष्पशील कोयले का ईंधन अनुपात दो से नीचे और निम्नवाष्पशील कोयले का दो से ऊपर होता है। भारत का गोंडवाना कोयला अधिकांश बिटुमिनी होता है। रानीगंज का कोयला ऊँच वाष्पशील बिटुमिनी होता है।

ऊँच वाष्पशील बिटुमिनी कोयले की ज्वाला लम्बी होती है। इसका उपयोग अधिकता से गैस के निर्माण, तारकोल के आसवन और काच के निर्माण में होता है।

मध्यम और निम्न वाष्पशील कोयले को कभी-कभी अर्ध-बिटुमिनी अथवा अर्ध-बिटुमिनी (super bituminous) कोयला भी कहते हैं। इसमें स्थायी कार्बन की मात्रा ऊँची होती है। इस कारण इसके जलाने में धुआँ कम बनता है। इसका तापन मान ऊँचा, १४,५००-१५,५०० बि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। भाप बनाने में यह अधिक सख्त होता है। कोक और गैस के निर्माण के लिए यह कोयला अच्छा समझा जाता है और अधिकता से प्रयुक्त होता है। इसी के आधार पर कोयले को कोकीकरण (coking) और अकोकीकरण विभागों में विभक्त करते हैं। इसका तापन-मान सब में अच्छा होता है। तोड़ने पर छोटे-छोटे त्रिपादों में यह टूटता है। सामान्य

विटुमिनी कोयला ऊर्ध्वाधार गोंठों पर टूटकर टुकड़े आयताकार (rectangular), स्तम्भाकार (columnar) और घनाकार (cubical) होते हैं। कभी-कभी उनका भंग (fracture) संज्ञात्रीय (conchoidal) भी होता है।

उप-अंध्रेसाइट अथवा अर्ध-अंध्रेसाइट

अंध्रेसाइट और निम्न वाष्पशील विटुमिनी कोयले के बीच के कोयले को उप-अंध्रेसाइट कहते हैं। ये अर्ध-विटुमिनी कोयले से अधिक कठोर पर अंध्रेसाइट से कम कठोर होते हैं। इनमें वाष्पशील अंश ८ से १४ प्रतिशत रहता है। ये अंध्रेसाइट की अपेक्षा अधिक शोथता से जल उठते हैं, पीली ज्वाला से जलते हैं जो पीछे नीली ज्वाला में परिणत हो जाता है। इसका ईंधन अनुपात ५ से १० होता है।

अंध्रेसाइट

अंध्रेसाइट कोयला काला और कठोर होता है। इसमें अर्ध-धात्विक छुत्ति होती है। इसका घनन (texture) एक सा होता है। इसका भंग संज्ञात्रीय होता है। इसमें वाष्पशील अंश अल्पतम होता है और स्थायी कार्बन महत्तम। इसका ईंधन अनुपात १० से अधिक होता है। इसके छूने से हाथ में काला धब्बा नहीं लगता। यह कठिनता से आग पकड़ता है, यह भी ऊँचे ताप पर। रुकड़ी से यह जलाया नहीं जा सकता। गैस से अथवा विटुमिनी कोयले के सहारे यह जलाया जाता है। इसकी ज्वाला छोटी, नीले रंग की और बिना धुएँ की होती है। पर एक बार आग लग जाने पर यह धीरे-धीरे (steadily) सारा का सारा जल जाता है।

इसका तापन-मान १३००० से १४००० बि० डि० यू० प्रति पाउण्ड होता है। इसमें वाष्पशील अंश ८ प्रतिशत से अधिक नहीं रहता। इसके तपाने से तारकोल नहीं बनता। ७६०° से० से ऊपर तपाने पर प्रतिटन ४००० से ८००० घनफुट गैस बनती है। इस गैस में ८० प्रतिशत हाइड्रोजन रहता है। अंध्रेसाइट का प्रधान उपयोग जलावन के लिए है। इसका उपयोग धीरे-धीरे कम हो रहा है क्योंकि इसके स्थान में पेट्रोलियम, विटुमिनी कोयले और गैस का उपयोग अब बढ़ रहा है।

भारत में कश्मीर और दारजिलिंग में यह कोयला मिलता है। पूर्व योद्धाना के स्तरों में भी अंध्रेसाइट पाया जाता है।

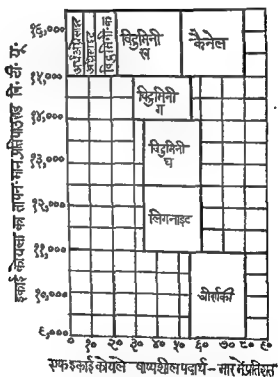
रालस्टन का वर्गीकरण

यह वर्गीकरण कोयले के अन्य विश्लेषण पर आधारित है। शुष्क, रात, गन्धर

और फास्करस रहित कोयले के अन्त्य विदलेपण के अंकों के आधार पर यह वर्गीकरण होता है।

पारं का वर्गीकरण

पारं ने वाष्पशील अंश और तापन-मान के आधार पर कोयले का वर्गीकरण किया है। ऊपर के ए-एस-टी-एम सूत्र से ही वाष्पशील अंश और तापन-मान की गणना करते हैं। पारं ने कोयले को निम्नलिखित नौ वर्गों में विभक्त किया है।



चित्र २१—पारं का वर्गीकरण

भारत सरकार ने सन् १९२४ ई० में एक बोर्ड बनाया जिसे 'कोलप्रेडिंग बोर्ड' कहते हैं। इस बोर्ड का काम है निर्यात के लिए कोयले का वर्गीकरण करना। इस बोर्ड ने कोयले का वर्गीकरण इस प्रकार किया है—

कम वाष्पशील कोयला (बराकर के कोयले स्तर के लिए)	अधिक वाष्पशील कोयला (रानीगंज के कोयले स्तर के लिए)
चुने हुए ग्रेड—राख — १३% तक तापनमान, ७००० कलारीप्रतिग्राम या १२,६०० बि० टि० यू० प्रतिपाउण्ड ग्रेड नम्बर १ राख — १५% तक तापमान, ६५०० कलारी प्रति ग्राम या ११७०० बि.टि.यू. प्रति पाउण्ड	राख—११% तक तापनमान, ६८०० कलारी प्रति ग्राम या १२,२४० बि० टि० यू० प्रति पाउण्ड राख — १३%तक तापनमान, ६३०० कलारी प्रति ग्राम या ११,३४०० बि.टि.यू. प्रति पाउण्ड आर्द्रता ७% से कम राख — १६% तक तापनमान, ६००० कलारी प्रति ग्राम या १०,८०० बि. टि. यू. प्रति पाउण्ड आर्द्रता : १५%से कम
ग्रेड नम्बर २ राख — १८% तक तापनमान, ६००० कलारी प्रति ग्राम या १०८०० बि.टि.यू. प्रति पाउण्ड	
ग्रेड नम्बर ३ अन्य सब अधः कोटि के कोयले।	

ऊपर का वर्गीकरण बाहर भेजने के कोयले के लिए है। देश में खचें होने वाले कोयले के लिए निम्नलिखित वर्गीकरण है। इसे 'कोल कमिश्नर का ग्रेडिंग' अथवा रेलवे ग्रेडिंग कहते हैं।

रानीगंज का कोयला			रानीगंज के अतिरिक्त अन्य कोयले	
	राख%		राख%	
चूना हुआ—ए	१७.५ से कम	तापन-मान की आवश्य- कता नहीं	१५ से कम	आर्द्रता २% से अधिक नहीं रहनी चाहिए । तापन-मान की आवश्य- कता नहीं।
चूना हुआ—बी	१७.५ से १९.०		१५ से १७	
ग्रेड नम्बर एक	१९.० से २४.०		१७ से २०	
ग्रेड नम्बर दो	—		२० से २४	
ग्रेड नम्बर ३—ए	—		२४ से २८	
ग्रेड नम्बर ३—बी	—		२८ से ३५	

सोलहवाँ अध्याय

कोयले के विशिष्ट लक्षण

भौतिक

कोयले देखने में एक से नहीं लगते। ऊपर से नीचे एक के बाद दूसरी चमकीली और मन्द पट्टियाँ देख पड़ती हैं। उनमें परतदार पट्टियाँ (laminated band) होती हैं। ऐसी पट्टियाँ सब प्रकार के कोयले, लिगनाइट से लेकर अर्धे साइट तक, में देख पड़ती हैं। ये चमकीली और मन्द पट्टियाँ कोयले की ही होती हैं।

कोयले का रंग हलके भूरे रंग से लेकर पीत-भूरा, अस्ति भूरा, भूरा-काला, नीला-काला, लौह-काला और पिच सा-काला होता है। कोयले की विरेखाएँ (streaks) लिगनाइट में हलके भूरे से लेकर गाढ़े भूरे रंग की, बिटुमिनी कोयले में अस्ति भूरे से लेकर भूरे-काले रंग की और अर्धे साइट में बिल्कुल काले रंग की होती हैं। साधारणतया कोयले में जितना ही अधिक कार्बन होता है उसकी विरेखाएँ भी उतनी ही अधिक काली होती हैं। कोयले की धुति विभिन्न, मन्द, रेजिन सी, पिच सी, काँच सी अथवा घातु सी होती है।

विभिन्न कोयलों का विशिष्टभार विभिन्न होता है। विशिष्ट भार बहुत कुछ राख की मात्रा और प्रकृति पर निर्भर करता है। कोकीकरण कोयले में विशिष्ट भार = $1.27 + k$, जहाँ विशिष्ट भार कोयले (जल संतृप्त कोयले) का आभासी (apparent) विशिष्ट भार और 'k' प्रति इकाई भार की राख की मात्रा है बिटेकर (wittakar) के अनुसार यह सूत्र उसी कोयले में लागू होता है जिसमें राख की मात्रा ४० प्रतिशत से अधिक नहीं है। साधारणतया अर्धे साइट का विशिष्ट भार महत्तम १.५ होता है और लिगनाइट का विशिष्ट भार लघुतम १.२ के लगभग होता है। अन्य कोयलो के विशिष्ट भार इनके बीच के होते हैं।

कोयले की कठोरता २ से ३ होती है। अर्धे साइट की कठोरता ३ और कठोर बिटुमिनी कोयले की कठोरता २.५ होती है। सामान्य बिटुमिनी कोयले की कठोरता प्रायः २ होती है। कुछ लिगनाइट सड़े हुए काठ के ऐसे कोमल होते हैं। प्रायः

सब ही कोयले भंगुर और चूर-चूर हो जाने वाले (अवचूरार्य) होते हैं। कोयले का भाजन (cleavage) शंखाभीय (conchoidal) से लेकर असम तक होता है। अंशोसाइट का भाजन शंखाभीय होता है। अधिकांश परतदार कोयलों में भाजन देख पड़ता है। कोयले के भाजन में ऊर्ध्वाधर सन्धियां होती हैं। इससे परतदार कोयला जब टूटता है तब उसका तल न्यूनाधिक चिकना होता है। भजन का समतल (plane) निकट-निकट रह सकता है अथवा दूर-दूर पर। यदि भाजन-समतल निकट रहे तो कोयले के टुकड़े छंटे-छोटे होते हैं और हाथों से ऐसा कोयला चूर-चूर हो जाता है, यदि भाजन-समतल दूर-दूर रहें तो टुकड़े बड़े-बड़े होते हैं।

विटुमिनी कोयले में कोयले की परत अथवा पट्टियाँ स्पष्ट देखी जा सकती हैं। ऐसे कोयले में साधारणतया चार प्रकार के पदार्थ मिले रहते हैं। इनके रूप विभिन्न होते हैं। तत्काल तोड़ने पर उनके विभिन्न रूप स्पष्ट देख पड़ते हैं। इनमें दो चमकीले होते हैं और दो मन्द छुति के होते हैं।

रासायनिक द्रव्यों की प्रतिक्रिया

कोयले पर अनेक रासायनिक द्रव्यों की प्रतिक्रियाओं का अध्ययन हुआ है। इन द्रव्यों द्वारा कोयले को सरलतर अवयवों में तोड़ने की चेष्टाएँ हुई हैं। उनमें कुछ द्रव्यों से सफलता मिली है और कुछ से नहीं। कोयले के तोड़ने से जो उत्पाद प्राप्त हुए हैं उनसे कोयले के संघटन का कुछ आभास मिलता है, स्पष्ट ज्ञान नहीं होता। कोयला साधारणतया क्रियाशील नहीं होता। अनेक प्रतिकारकों की इस पर कोई क्रिया नहीं होती। सामान्य परिस्थिति में भी बहुत अल्प परिवर्तन होता है। उच्चंड (drastic) परिस्थितियों में ही कुछ उत्पाद बनते हैं जिनसे कोयले के संघटन के सम्बन्ध में कुछ अनुमान निकाला गया है।

ऊष्मा से कोयले का विच्छेदन होता है। इस विच्छेदन से अनेक उत्पाद प्राप्त हुए हैं। भिन्न-भिन्न ताप पर कुछ विभिन्नता से कोयले का विच्छेदन होता है। ऊष्मा-विच्छेदन का सविस्तर वर्णन आगे होगा। ऊष्मा-विच्छेदन के सिवाय आक्सीकरण, हाइड्रोजनीकरण, क्षार-विच्छेदन और हैलीजनीकरण के भी अध्ययन हुए हैं।

आक्सीकरण

वायु या आक्सीजन द्वारा विटुमिनी कोयले के आक्सीकरण से पहला परिणाम यह होता है कि कोयले के कोकनीकरण के गुण की हानि होती है। अधिक आक्सीकरण से कार्बन के आक्साइड और बहुत पेचीले कार्बोक्सिलिक अम्ल बनते हैं। ऐसे बम्लों को

‘ह्युमिक अम्ल’ कहते हैं। ह्युमिक अम्ल क्षारों में विलेय है पर अम्लों में नहीं। विलयनो के अम्लीकरण से रक्त-भूरा अवक्षेप प्राप्त होता है जो सूखने पर चमकीला काला शल्कल (flakes) बनता है। ह्युमिक अम्ल कोई एक शुद्ध अम्ल नहीं है। यह अनेक अम्लों का मिश्रण होता है। ह्युमिक अम्लो में कार्बोक्सिलिक मूलकों (—CooH) के अतिरिक्त अन्य मूलक भी रहते हैं। ऐसे मूलकों में हाइड्राक्सिल, मेथिल, नाइट्रोजन, गंधक और आक्सिजन के अन्य मूलक हैं। उच्चड आक्सीकरण से अधिक सरल उत्पाद प्राप्त होते हैं। इन्हें हम पहचान सकते हैं। ये क्षारीय विलयनों के सिवाय उदासीन और अम्लिक जलीय विलयनो में भी विलेय होते हैं।

अधिक और प्रचंड आक्सीकरण से मेलिटिक अम्ल सदृश बेंजीन-कार्बोक्सिलिक अम्ल प्राप्त होते हैं। उनसे फिर ऐसिटिक और आक्जैलिक अम्ल और अन्त में कार्बन डाइ-आक्साइड बनते हैं। निम्नकोटि के कोयले के आक्सीकरण से बड़ी मात्रा में कार्बन डाइ-आक्साइड और सरलतर वसा-अम्ल और निम्नतर बेंजीन कार्बोक्सिलिक अम्ल प्राप्त होते हैं। ऊँचकोटि के कोयले से उच्चतर बेंजीन कार्बोक्सिलिक अम्ल बनते हैं।

कोयले के आक्सीकरण के लिए जो प्रतिकारक (agent) प्रयुक्त हुए हैं वे हैं वायु, आक्सिजन, नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल और परमैंगनेट के क्षारीय और अम्लिक विलयन हैं। वायु वा आक्सिजन से कोयले का चिटकना (weathering) कैसे होता है, इस पर बहुत कुछ काम हुआ है। कोयले के आक्सीकरण से प्राप्त मेलिटिक अम्ल का रंगों और प्लास्टिकों के निर्माण में प्रयुक्त होने का सुझाव है।

जल-विच्छेदन

कोयले का जल-विच्छेदन सामान्य और उच्च तापो पर हुआ है। यह जल-विच्छेदन दाहक सोडा द्वारा हुआ है। इसके लिए बहुत तनु विलयन से लेकर १०० प्रतिशत तक विलयन का उपयोग हुआ है। इससे अल्प मात्रा में क्षार-विलेय उत्पाद प्राप्त हुए हैं। इनमें फीनोल और अम्ल पाये गये हैं। निम्नकोटि के कोयले अधिक आश्रयान्त होते हैं। उच्चकोटि के कोयले के जल-विच्छेदन में आक्सीकरण और हाइड्रोजनीकरण भी होते हुए देखे गये हैं। अन्य क्षारों से भी जल-विच्छेदन होता हुआ पाया गया है। क्षारों के अतिरिक्त अन्य प्रतिकर्ताओं से जल-विच्छेदन नहीं होता। जल-विच्छेदन के अध्ययन से पता लगता है कि जल-विच्छेद्य मूलक, एस्टर और एन्हीडाइड कोयले में नहीं हैं।

हाइड्रोजनीकरण

कोयले के हाइड्रोजनीकरण का अध्ययन बहुत विस्तार से हुआ है। इसमें पेट्रोलियम प्राप्त होता है। हाइड्रोजनीकरण २५० से ४५०° से०, विभिन्न दबाव और उत्प्रेरकों की उपस्थिति में हुआ है। हाइड्रोजनीकरण से कोयले का तरलीकरण होता है। अर्थात् साइट का तरलीकरण बहुत अल्प होता है। विटुमिनी और लिग्नाइट कोयले शीघ्रता से तरलीभूत हो जाते हैं। उनका ७० प्रतिशत कार्बन वाष्पशील पदार्थों से परिणत हो जाता है। वाष्पशील पदार्थ अधिकांश हाइड्रोकार्बन होते हैं। उनमें आक्सिजन यौगिकों की मात्रा भी पर्याप्त रहती है।

हाइड्रोजनीकरण में दो प्रकार की क्रियाएँ होती हैं। एक में हाइड्रोजन परमाणु द्विवर्ध के साथ संयुक्त होकर ऊँच अणुमार वाले यौगिक बनते हैं। दूसरे में इन यौगिकों का विपुलभाजन और भंजन होता है। ये क्रियाएँ २०० से ४००° से० के बीच होती हैं। निम्नताप पर पहली क्रिया और ऊँच ताप पर दूसरी क्रिया होती है। ऊँच ताप पर उत्प्रेरकों का पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। भंजन के साथ-साथ सम्भवतः हाइड्रोजनीकरण और विपुलभाजन भी होते हैं।

हाइड्रोजनीकरण से कोयले के संरचन और संघटन का बहुत कुछ ज्ञान प्राप्त होता है।

हैलोजनीकरण

कोयले के क्लोरीकरण, ब्रोमीकरण और आयोडीकरण हुए हैं। उनमें कुछ उत्पाद भी प्राप्त हुए हैं पर इससे कोयले के संघटन का कुछ विशेष ज्ञान नहीं प्राप्त होता।

विलायकों की क्रिया

कोयले पर अनेक विलायकों की क्रियाओं का अध्ययन हुआ है। ऐसे विलायकों में क्लोरोफार्म, कार्बनटेट्राक्लोराइड, ईथर, पेट्रोलियम ईथर, बेंजीन, फीनॉल, पिरिडीन, टेट्रालिन और इनके मिश्रण हैं। टेट्रालिन एक प्रबल विलायक सिद्ध हुआ है। पिरिडीन अच्छे विलायक होने के साथ-साथ अच्छा ध्वेषात्मक विक्षेपणकारक भी सिद्ध हुआ है। विभिन्न तापों पर, विभिन्न वातावरणों में और विभिन्न नमीवाले कोयले और निष्कर्षण की रीतियों का विशेष अध्ययन हुआ है।

कुछ कोयलों में शुद्ध यौगिक का अल्पमात्रा में पृथक्करण हुआ है। उन्हें पहचाना भी गया है। पर निष्कर्ष में अधिक श्रेष्ठ ऊँच अणुमार वाले रेजिन का रहना है। निम्नकोटि के कोयले में बेंजीन, क्लोरोफार्म और ईथर सद्गुण कम क्वथनांक वाले

विलयनों से निष्कर्ष अधिक मात्रा में और बिटुमिनी कोयले से कम मात्रा में प्राप्त होता है। निष्कर्ष की रासायनिक प्रकृति में भी अन्तर देखा जाता है। लिगनाइट और जीर्णक से जो निष्कर्ष प्राप्त होता है उसमें अम्ल, अल्कोहल, एस्टर और कार्बोहाइड्रेट रहते हैं। बिटुमिनी कोयले से प्राप्त निष्कर्ष में हाइड्रोकार्बन रहते हैं। बेजीन से जो निष्कर्ष प्राप्त होता है उसमें बेजीन प्रकृति के यौगिक अपेक्षा अधिक रहते हैं। विभिन्न विलायको के निष्कर्ष (एक्सट्रैक्ट) में विभिन्न यौगिक पाये गये हैं। ऐसा क्यों होता है, इसकी व्याख्या अभी तक सन्तोषप्रद नहीं दी गयी है।

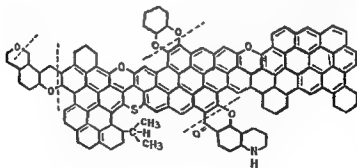
विभिन्न विलायको द्वारा विलेयता के आधार पर कोयले के वर्गीकरण की चेष्टा हुई है पर ऐसा वर्गीकरण व्यवसाय की दृष्टि से महत्त्वपूर्ण नहीं सिद्ध हुआ है। कोयले के अन्य गुणों से इसका कोई सबब स्थापित नहीं हो सका है। कोयले के कोकीकरण गुण में विलायको की क्रिया से अन्तर देखा गया है।

कोयले का उष्मा-विच्छेदन

गरम करने से कोयले का विच्छेदन होता है। विच्छेदन से अनेक यौगिक प्राप्त होते हैं। कुछ पेचीले पदार्थ भी जैसे अलकतरा और तेल प्राप्त होते हैं। यौगिकों में पड्मुजीय नैफथीन और बेजीन यौगिक पर्याप्त मात्रा में पाये जाते हैं। उष्मा-विच्छेदन का विस्तार के साथ वर्णन आगे होगा।

रासायनिक संघटन

कोयले की रासायनिक प्रतिक्रियाओं और अन्य गुणों की सहायता से कोयले के संघटन के सम्बन्ध में कुछ परिणाम निकाले गये हैं। कोयले के अणु पड्मुजीय कार्बन



चित्र २२—कोयले के अणु

के बल्लों में बने होते हैं। ये बल्ले बहुत विभिन्न विस्तार और विभिन्न आकार के होते हैं। अणु के अन्तिम छोरों में हाइड्रोजन परमाणु संयुक्त रहते हैं। जितना ही पुराना

कोयला होता है उतने ही बड़े उनमें बहु-वर्गीय वलय होते हैं। कार्बन वलय के अतिरिक्त उसमें ऐसे वलय भी रहते हैं जिनमें नाइट्रोजन, गंधक और आक्सीजन के परमाणु हों। पड़भुजीय वलय के अतिरिक्त पाँच संख्यावाले वलय भी रहते हैं। ऐसे वलय सम्भवतः अणु के छोरों पर लगे रहते हैं। अणु के रूप कुछ इस प्रकार के होने का अनुमान लगाया गया है।

कोयले का विश्लेषण

कोयले के वर्गीकरण के पूर्व कोयले के संघटन का कुछ ज्ञान अत्यावश्यक है। कोयला उन्हीं तत्त्वों से बना है जिन तत्त्वों से लकड़ी बनी है। लकड़ी में कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन, गंधक और कुछ खनिज पदार्थ रहते हैं। ये तत्त्व संयुक्तावस्था में लकड़ी और कोयले दोनों में रहते हैं। संयुक्त अणुओं के संघटन बड़े पेचीले होते हैं। किसी विशिष्ट यौगिक का कोयले से पृथक् करना कठिन है। कोयले में असंयुक्त कार्बन भी नहीं रहता।

कोयले का विश्लेषण दो प्रकार का होता है। एक प्राथमिक विश्लेषण (proximate analysis) और दूसरा अन्य विश्लेषण (ultimate analysis)।

प्राथमिक विश्लेषण

जिस विश्लेषण से कोयले में उपस्थित जल, वाष्पशील पदार्थ, राख और अव्याप्य-शील कार्बन की मात्रा निर्धारित होती है उसे 'प्राथमिक विश्लेषण' कहते हैं। प्राथमिक विश्लेषण बड़े महत्त्व का है। कोयले के वर्गीकरण में इसका उपयोग व्यापक रूप से होता है। यह विश्लेषण सीधेता से सम्पादित हो जाता है। इससे कोयले की प्रकृति का बहुत कुछ ज्ञान हो जाता है। इससे जो परिणाम प्राप्त होता है उसे शुष्क कोयले की प्रतिशतता में प्रगट करते हैं। कोयले की आर्द्रता का इसमें स्थान नहीं है।

नमूना

विश्लेषण के लिए नमूने के चुनाव में बड़ी सावधानी की आवश्यकता है क्योंकि कोयले का चुनाव ऐसा होना चाहिए कि कोयले की प्रकृति का उससे ठीक-ठीक पता लग सके। हर देश में इसके नियम बने हैं। उन नियमों के अनुसार ही नमूने का चुनाव करना चाहिए। ऐसा नमूना चुनकर उसका विश्लेषण करना चाहिए। ऐसे विश्लेषण के लिए कोयले को पीसकर ऐसा बना लेना चाहिये कि ६० अक्षि के छनने में वह छन सके। केवल आर्द्रता की मात्रा निर्धारण में इतना महीन पीसने की आवश्यकता नहीं पड़ती।

नमी (आद्रता)

कोयले के एक नमूने को लेकर उसे तोड़कर छोटा-छोटा टुकड़ा बनाकर १०४ और ११०° से० पर गरम कर उसे सुखाना चाहिए। इससे भार में कमी होती है। भार की कमी से कोयले में नमी की मात्रा का निर्धारण होता है। भिन्न-भिन्न नमूनों में नमी की मात्रा विभिन्न होती है। भिन्न-भिन्न खानों के कोयलों में, भिन्न-भिन्न स्तरों के कोयलों में, भिन्न-भिन्न काल तक वायु में खुला रखने से नमी की मात्रा में विभिन्नता होती है। नमी की मात्रा मौसिम पर भी निर्भर करती है। सूखे समय में नमी कम और बरसात में अधिक होती है। नमी के निर्धारण में कोयले के चुनाव में विशेष सावधानी की आवश्यकता होती है।

साधारणतया विटुमिनी कोयले में नमी की मात्रा कम और लिग्नाइट कोयले में अधिक रहती है। लिग्नाइट में २० से ४५ प्रतिशत नमी पायी गयी है जब कि विटुमिनी कोयले में १ से ३० प्रतिशत तक रह सकती है। कोयले के खरीदार अधिक नमी नहीं चाहते क्योंकि इसमें उन्हें एक स्थान से दूसरे स्थान में ले जाने में पानी के अंश का किराया व्यय ही देना पड़ता है। ऐसे कोयले के जलाने में भी हानि है, क्योंकि पानी के अंश के निकालने में व्यय ही ऊष्मा का कुछ अंश नष्ट हो जाता है।

कोयले में जल के अंश को लोगों ने दो वर्गों में विभक्त किया है। जल के एक अंश को वे 'असंयुक्त जल' अथवा 'असंयुक्त नमी' कहते हैं। यह अंश कोयले के सुखाने पर निकल जाता है। जल के दूसरे अंश को 'उद्देशीय जल' या 'उद्देशीय नमी' कहते हैं। यह अंश कोयले के सुखाने पर भी नहीं निकलता, कोयले में बना रहता है। इस कारण इसे कभी-कभी 'अन्तर्निहित नमी' (inherent moisture) भी कहते हैं।

ऊँचवर्ग के कोयले में 'अन्तर्निहित नमी' कम रहती है। निम्नवर्ग के कोयले में अधिक। लिग्नाइट और भूरे कोयले, खानों से तुरन्त निकले कोयले के नमूनों में नमी ३० से ४५ प्रतिशत रहती है। वायु में खुला रखने से सूखकर नमी १५-२० प्रतिशत हो जाती है। विटुमिनी कोयले में वायु में सूख जाने पर जल की मात्रा १० से १२ प्रतिशत रहती है।

कोयले में ५ प्रतिशत तक जल के रहने से कोई हानि नहीं होती। वायलर के लिए अथवा कोक बनाने के लिए इससे लाभ ही होता है। अधिक जलवाले कोयले सूखने पर चटकते हैं और छूने से चूर-चूर हो जाते हैं।

वाष्पशील पदार्थ

कोयले का वाष्पशील पदार्थ वह अंश है जो कोयले के वायु-शून्य में गरम करने से वाष्पशील उत्पादों में परिणत हो जाता है। ऐसे वाष्पशील पदार्थ का निकलना गरम करने के ताप और समय पर बहुत कुछ निर्भर करता है। इस कारण वाष्पशील पदार्थों की मात्रा के निर्धारण में कोयले का गरम करना प्रमाण या प्रामाणिक परिस्थितियों में ही होना चाहिये। साधारणतया इसके लिए १ ग्राम सूखे कोयले को प्लाटिनम धातु की मूपा में रखकर ठीक ७ मिनट तक $950 \pm 20^\circ$ से० पर गरम करते और उससे भार में जो कमी होती है उसको १०० से गुणा करने पर वाष्पशील अंश की प्रतिशतता निकल आती है।

अग्ने साइट में वाष्पशील पदार्थों की मात्रा २ से ८ प्रतिशत रहती है। बिटुमिनी कोयले में ४० प्रतिशत तक रहती है। कोयले के उपभोक्ताओं के लिए वाष्पशील अंश का ज्ञान अत्यावश्यक है। वाष्पशील अंश की अधिकता में जलने में लौ लम्बी होती और धुआँ अधिक निकलता है। कोयले के पूर्ण उपयोग के लिए वाष्पशील अंश का पूर्णतया जल जाना आवश्यक है। इसके लिए चूल्हे की शर्दरी (grate) ऐसी होनी चाहिये कि पूर्ण दहन के लिए पर्याप्त वायु उससे मिल सके। भाप-कोयले में वाष्पशील अंश की मात्रा कम—१५ से २५ प्रतिशत—रहती है और यह कोयला इस कारण पसन्द किया जाता है कि इससे धुआँ कम बनता है। बायलर के लिए जो कोयले का चूर्ण प्रयुक्त होता है उसमें वाष्पशील अंश की मात्रा अधिक रहती है। ऐसे कोयले के चूर्ण से निकली गैसें शीघ्रता से जलती हैं। कोयला-गैस के लिए अधिक वाष्पशील अंश वाले कोयले अच्छे समझे जाते हैं।

राख

वायु के आधिक्य में कोयले के पूर्ण रूप से जलने पर जो अवशिष्ट अंश बच जाता है वह 'राख' है। राख में केवल आकावैनिक पदार्थ रहते हैं। कितने कोयले के जलाने से कितनी राख प्राप्त होती है इसी से राख की प्रतिशतता निकालते हैं। कोयले में २ से २० प्रतिशत तक राख रहती है। आसाम के कोयले में सबसे कम राख प्रायः ५ प्रतिशत तक पायी गयी है। गोंडवाना कोयला क्षेत्र के कोयले में १० प्रतिशत से अधिक राख रहती है। भिन्न-भिन्न वर्गों के कोयले, भिन्न-भिन्न स्थलों के कोयले और भिन्न-भिन्न स्तरों के कोयले में राख की मात्रा विभिन्न होती है। राख की अधिकता से कोयले का मूल्य कम हो जाता है। कारण यह कि यह निष्क्रिय पदार्थ है और जलने

में इसका कोई भाग नहीं है। राख की प्रकृति भी महत्त्व की है। किसी किस्म की राख से कोई हानि नहीं होती पर किसी किस्म की राख से होता है।

राख, मिट्टी, बालू, चूना-मत्थर, लौहमाक्षिक, मृच्छलिका और अन्य खनिज लवणों से बनती है। कोयले के स्तरों में सूक्ष्म दशा में ये लवण बिखरे रहते हैं। ये कोयले कार्बनिक पदार्थों से संयुक्त रहते हैं। राखों में निम्नलिखित पदार्थ पाये जाते हैं।

	प्रतिशत
सिलिका, SiO_2	२०-६०
अलूमीना, Al_2O_3	१०-३५
फेरिक आक्साइड, Fe_2O_3	५-३५
कॉलसियम आक्साइड, CaO	१-२०
मैगनीशिया, MnO	०.३-४
टाइटैनिया, TiO_2	०.५-२.५
क्षार $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	१-४
सल्फर ट्रायक्साइड SO_2	१-१२

रानीगंज कोयले क्षेत्र की राख के रासायनिक विश्लेषण से निम्नलिखित आँकड़े प्राप्त हुए हैं—

राख	२५.०२	प्रतिशत	कोयले का
सिलिका, SiO_2	६३.६६	"	राख का
अलूमीना, Al_2O_3	२०.८२	"	"
फेरिक आक्साइड Fe_2O_3	४.३१	"	"
कॉलसियम आक्साइड CaO	३.२५	"	"
मैगनीशिया MgO	०.००	"	"
टाइटैनिया TiO_2	२.५४	"	"
सल्फर ट्रायक्साइड SO_2	२.११	"	"
फास्फरस पेन्टाक्साइड P_2O_5	२.८६	"	"
मैगनीज आक्साइड MgO	०.००	"	"
क्षार, सोडा और पोटाश, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	०.००	"	"
जोड़	८९.५५	"	"

समस्त कोयले में टाइटैनिया ०.६२ प्रतिशत रहता है।

दहन के लिए राख की अल्पमात्रा का होना बहुत आवश्यक है। इससे झंझरी का संरक्षण होता है। राख की अधिकता हानिकारक होती है। उसमें ऊष्मा अनावश्यक खर्च हो जाती है। राख के हटाने में थम लगता और खर्च पड़ता है। कमी-कमी प्रक्षाम (क्लंकर) के बनने के कारण राख के निकालने में कठिनता बढ़ जाती है। यदि कोयले को किसी वस्तु के साथ गरम करना है, जैसे धातु के निर्माण में होता है, तो राख के लवण अपद्रव्य के रूप में धातुओं में आकर धातुओं की उत्तमता नष्ट कर सकते हैं। ऐसी कठिनता वात-भट्ठी में इस्पात के निर्माण में अथवा मूर्णक भट्ठी में सीमेंट के निर्माण में होती है।

चूल्हे के तल पर राख द्रवित होकर प्रक्षाम का सरन्ध्र पिंड बन सकता है। इससे वायु का प्रवेश रुक सकता और राख के हटाने में कठिनता हो सकती है। इससे कोयले के दहन में भी त्वावट पैदा हो सकती है। पर इससे प्रक्षाम के रूप में राख के हटाने में सुविधा होती है। प्रक्षाम को जल्दी-जल्दी हटाकर दहन को अच्छी दशा में रख सकने में सहायता मिलती है। राख के गलन का ताप ऊँचा रहना अच्छा है। इस ज्ञान के लिए राख का मृदुकरण ताप (Softening temperature) निकालते हैं। इसके लिए राख का एक छोटा शृण्डाकार (pyramid) बनाकर मन्द अवकरण वातावरण में गरम करते हैं। जिस ताप पर शृण्डाकार बलयाकार हो जाता है वही ताप राख का मृदुकरण ताप है।

स्थायी कार्बन

शृण्डा कोयले के १०० भाग से राख और वाष्पशील अंशों की प्रतिशतता निकालने पर जो अवशिष्ट अंश बच जाता है वह कोयले के स्थायी कार्बन की प्रतिशतता है। इसके निर्धारण के लिए अलग से कोई प्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती।

गन्धक

गन्धक संयुक्त रूप में कोयले में रहता है। गन्धक के कुछ कार्बनिक और कुछ अकार्बनिक यौगिक रहते हैं। अकार्बनिक यौगिकों में सल्फाइड और सल्फेट रहते हैं। लोहे और कैल्शियम के सल्फाइड, लौहमाक्षिक (FeS_2) और सल्फेट $[Ca SO_4$ और $Fe_2 (SO_4)_3$] रहते हैं। लोह माक्षिक चूर्ण रूप से लेकर पिंड रूप तक सारे कोयले में फैला रह सकता है। कोयले में स्तर के रूप में भी यह रह सकता है। अभिनव (ताजे) कोयले में सल्फेट की मात्रा अल्प रहती है पर समय बीतने के साथ-साथ मात्रा बढ़ती जाती है। वायु के आक्सीकरण वातावरण से सल्फाइड सल्फेट में

परिणत होता रहता है। कभी-कभी इस आक्सीकरण से इतनी ऊष्मा उत्पन्न हो सकती है कि कोयले में स्वतः आग लग जाये और वह जलने लगे।

गन्धक के कार्वनिक यौगिक सारे कोयले में बिखरे रहते हैं।

गन्धक की मात्रा विभिन्न नमूनों में ०.५ से १० प्रतिशत या इससे अधिक रह सकती है। भारत के कोयले में गन्धक की मात्रा ०.५ से १० प्रतिशत रहती है। धातुओं के निर्माण में जो कोयला प्रयुक्त होता है उसमें गन्धक की मात्रा बहुत कम रहनी चाहिए। इजनों के लिए भी अधिक गन्धक वाला कोयला हानिकारक है। इससे इंजन की धातुएं गन्धक से आक्रान्त होकर शीघ्र नष्ट हो सकती हैं। इंजन का जीवन-काल इससे कम हो जाता है।

फास्फोरस

फास्फोरस कुछ तो फास्फेट के रूप में और कुछ कार्वन के यौगिकों के रूप में रहता है। जलने पर सारा फास्फोरस फास्फेट में परिणत हो जाता है। यह फास्फेट तब राख में रह जाता है। राख में फास्फेट के निर्धारण से फास्फोरस की मात्रा मालूम करते हैं। दहन में फास्फोरस का कोई विशेष भाग नहीं है। पर धातुओं के निर्माण में फास्फोरस का विशेष भाग हो सकता है। लोहे के निर्माण में जो कोयला प्रयुक्त होता है उसमें फास्फोरस की मात्रा अल्पतम रहनी चाहिए। अतः फास्फोरस की मात्रा का ज्ञान बहुत जरूरी है। लोहे के निर्माण में जो कोक प्रयुक्त होता है उसमें फास्फोरस की मात्रा ०.२ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए।

दामोदर घाटी के गिरिडीह कोयला-क्षेत्रों के कोयले में जो फास्फोरस रहता है वह दो रूपों में पाया जाता है। कुछ फास्फोरस तो कार्वन के साथ संयुक्त रहकर कार्वनिक यौगिकों के रूप में रहता है। सम्भवतः यह फास्फोरस पेड़-पौधों से सीधे कोयले में आया है। कुछ फास्फोरस फास्फेट के रूप में रहता है। साधारणतया यह फास्फेट कैल्शियम फास्फेट के रूप में रहता है। यह अवश्य ही चट्टानों के फास्फेट से आया है और एपेन्डाइट के रूप में रहता है।

अन्त्य विश्लेषण

अन्त्य विश्लेषण में कार्वन, हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन और गन्धक की प्रतिशतता निकालते हैं। इन तत्वों का निर्धारण उन्ही रीतियों से होता है जिनसे इनका निर्धारण कार्वनिक रसायन में कार्वनिक यौगिकों में होता है।

संक्षेप में कार्वन और हाइड्रोजन को आक्सीजन में जलाकर कार्वन डाइ-आक्साइड और जल बनाते हैं। कार्वन डाइ-आक्साइड को दाहक पोटैश के विलयन में

अवशोषित कर भार की वृद्धि से कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा मालूम करते और उससे कार्बन की प्रतिशतता निकालते हैं।

इसी प्रकार हाइड्रोजन के जलाने से जो जल बनता है उसे अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड के टुकड़ों में अवशोषित कराकर भार की वृद्धि से जल की मात्रा मालूम करते और उससे हाइड्रोजन की प्रतिशतता निकालते हैं। साधारणतया ये रीतियाँ कुछ कठिन होती हैं। पर्याप्त अभ्यास और अनुभव से ही यथार्थ परिणाम प्राप्त होता है, इससे व्यवसाय की दृष्टि से इनका निर्धारण सुविधाजनक नहीं है।

नाइट्रोजन के निर्धारण के लिए पीसे हुए कोयले के नाइट्रोजन को अमोनिया में परिणत करते हैं। अमोनिया की मात्रा से नाइट्रोजन की मात्रा मालूम करते हैं। इस रीति को केलडाल की रीति कहते हैं। यह रीति अपेक्षया सरल है और कई प्रयोग एक साथ एक ही एक व्यक्ति द्वारा किये जा सकते हैं।

कोयले के नाइट्रोजन को अमोनिया में परिणत करने के लिए कोयले के चूने को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल, पोटैशियम सल्फेट और अल्प पारद के साथ उबालते हैं। इससे नाइट्रोजन अमोनियम सल्फेट में परिणत हो जाता है। अमोनियम सल्फेट के विलयन में सोडियम हाइड्राक्साइड डालकर उबालने से पारद अवक्षिप्त हो जाता और अमोनिया गैस के रूप में निकलकर प्रमाण सल्फ्यूरिक अम्ल में इकट्ठा होता है। सल्फ्यूरिक अम्ल के अवशिष्ट अंश की मात्रा के निर्धारण से अमोनिया की मात्रा मालूम हो जाती है और उससे नाइट्रोजन की मात्रा निकाली जाती है। साधारणतया कोयले में नाइट्रोजन की मात्रा १ से २ प्रतिशत रहती है। यह नाइट्रोजन कार्बन के साथ संयुक्त रहता है।

गन्धक की मात्रा निर्धारित करने की रीति वही है जिसका वर्णन ऊपर ही चुका है। गन्धक को बेरियम सल्फेट में परिणत कर बेरियम सल्फेट की मात्रा से गन्धक की मात्रा निकालते हैं।

आक्सीजन की मात्रा निर्धारित करने की कोई प्रत्यक्ष रीति नहीं है। किसी नमूने में कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, गन्धक और राख की प्रतिशतता निकाल लेने पर १०० में इनके योगों के घटा लेने पर जो अवशिष्ट अंक बच जाता है वही आक्सीजन की प्रतिशतता समझी जाती है।

अन्य विरलेपन में अधिक समय लगता है। इसके करने के लिए अधिक दक्षता की आवश्यकता पड़ती है। इससे जो अंक प्राप्त होते हैं वे व्यवसाय की दृष्टि से उनसे महत्त्व के नहीं हैं। वैज्ञानिक दृष्टि से उनका महत्त्व भले ही बहुत अधिक क्यों न हो। इस कारण कोयले के व्यवसाय में प्राथमिक विरलेपन ही पर्याप्त समझा जाता है।

प्राथमिक विस्लेषण से प्राप्त अंकों से ही कोयले का वर्गीकरण सरलता से हो जाता है। भिन्न-भिन्न प्रकार के कोयले के विस्लेषण से निम्नलिखित अंश प्राप्त होते हैं।

सारिणी १—इंधनों का औसत संघटन

	कार्बन	हाइड्रोजन	आक्सीजन	नाइट्रोजन
	%	%	%	%
काठ	४९.६५	६.२३	४३.२०	०.९२
जीणंकी	५५.४४	६.२८	३५.५६	१.७२
लिंगनाइट	७२.९५	५.२४	२०.५०	१.३१
बिटुमिनो कोयला	८४.२४	५.५५	८.६९	१.५२
अंध्रेसाइट	९३.५०	२.८१	२.७१	०.९७

कोयले में कितना कार्बन असंयुक्त रहता है इसका ठीक-ठीक पता हमें नहीं है। सम्भवतः लिंगनाइट सदृश निम्नकोटि के कोयले में इसका बिलकुल अभाव रहता है और अंध्रेसाइट सदृश ऊँचे वर्ग के कोयले में इसकी मात्रा रहती है। ऐसा समझा जाता है कि प्रेक्नाइट कोयले में बहुत अधिक अंश में असंयुक्त कार्बन रहता है। सम्भवतः परिवर्तित चट्टानों के साथ यह मिला हुआ रहता है।

सत्रहवाँ अध्याय

भारत के कोयला-क्षेत्र

समस्त संसार के कोयले का वार्षिक उत्पादन लगभग १५,००० लाख टन कूता गया है। इसका बहुत बड़ा अंश अमेरिका की खानों से निकलता है। अमेरिका के बाद जर्मनी, फिर ग्रेटब्रिटेन और तब रूस का स्थान आता है। समस्त कोयले के उत्पादन का प्रायः ७० प्रतिशत इन देशों की खानों से ही निकलता है। भारत का उत्पादन समस्त उत्पादन का २ प्रतिशत से कम ही है। औसतन प्रायः ३०० लाख टन कोयला भारत की खानों से निकलता है।

भारत की खानों से निकले कोयले का प्रायः ९८ प्रतिशत देश में ही खपता है। इसका एक-तिहाई रेलों में और एक छठांश धातु-निर्माण में प्रयुक्त होता है।

भारत के अनेक खण्डों में कोयले की खानें हैं। इन कोयलों का निर्माण भिन्न-भिन्न कालों से होता आ रहा है। भौमिकीय दृष्टि से वैज्ञानिकों ने भारत के कोयला-क्षेत्रों को चार प्रमुख श्रेणियों में विभक्त किया है।

- (१) गोंडवाना कोयला-क्षेत्र
- (२) महासरट (जुरेसिक) कोयला-क्षेत्र
- (३) खटी (क्रिटेशियस) कोयला-क्षेत्र
- (४) तृतीयक (टर्शियरी) कोयला-क्षेत्र

इन कोयला-क्षेत्रों के कोयले का निर्माण निम्नलिखित वर्षों से होता हुआ समझा जाता है।

कोयला-क्षेत्र	अनुयुग	वर्ष
(१) अघर गोंडवाना के समस्त कोयला क्षेत्र जिनमें दामोदर घाटी, महानदी-ग्राहनी घाटी, प्रांहित-गोदावरी घाटी, पेंच घाटी, वर्धा घाटी और सोन घाटी के कोयला-क्षेत्र सम्मिलित हैं।	अघरगिरियुग	२७० करोड़

कोयला-क्षेत्र	अनुयुग	वर्ष
(२) दामोदर घाटी के रानीगंज, झरिया के कोयला क्षेत्र, बोकारो कोयला-क्षेत्र के कुछ स्तर, हिमालय पर्वत के दार्जिलिंग के कोयला-क्षेत्र	उत्तर गिरियुग	२४० करोड़
कच्छ के कोयला क्षेत्र और नर्मदा घाटी के लमेटा घाट के कोयला-क्षेत्र	उत्तर महासरटयुग	१९२ करोड़
बरमा के कुछ कोयला क्षेत्र, पंजाब के कालाबाग के कोयला-क्षेत्र	अधर महासरटयुग	१९२ करोड़
आसाम की गोरो पहाड़ियों के दरागिरि, रंग्रेगिरि और खासी और जैन्तिया पहाड़ियों के कुछ कोयला-क्षेत्र	खटीयुग	१३५ करोड़
राजपूताने के पलान, कश्मीर के कलकोट के और पंजाब के दरा-डोट और भाकेरवाला के कोयला-क्षेत्र	अधर प्रतिनूतन युग	६० करोड़
आसाम की खासी और जैन्तिया पहाड़ियों के चैरापूजी, माओलोंग आदि के कोयला-क्षेत्र और उत्तर बरमा के कोयला-क्षेत्र	उत्तर प्रतिनूतन युग	४५ करोड़
आसाम के नामचिक, भाकूम, जंपुर, नजीरा और नागा पहाड़ियों के कोयला-क्षेत्र और मद्रास के दक्खिन आर्कोट के लिगनाइट	मध्य नूतन युग	३० करोड़
कश्मीर के करेवा	अतिनूतन युग	१५ करोड़
बरमा के कुछ कोयला-क्षेत्र	प्रतिनूतन युग	६ करोड़

गोंडवाना के कोयला-क्षेत्र

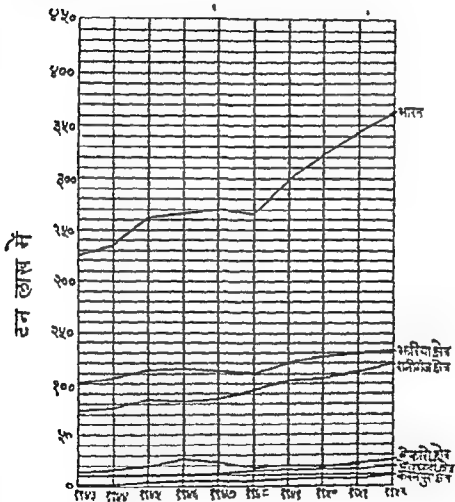
भारत के कोयला-क्षेत्रों में गोंडवाना कोयला-क्षेत्र सबसे अधिक महत्त्व का है। पहले-पहल यहाँ की ही खानों से कोयला निकाला गया था और आज भी समस्त कोयले के उत्पादन का प्रायः ९८ प्रतिशत कोयला यहाँ की खानों से ही निकलता है। गोंडवाना-क्षेत्र के कोयले विट्टुमिनी और उप-विट्टुमिनी प्रकार के होते हैं। निचले स्तरों के कोयले प्रबल कोकीकरण प्रकार के और ऊपरी स्तरों के कोयले अ-कोकीकरण अथवा कु-कोसी करण प्रकार के होते हैं। दार्जिलिंग हिमालय क्षेत्रों के कुछ कोयले अर्ध-विट्टुमिन और अंग्रेसाइट किस्म के होते हैं जो व्यावसायिक दृष्टिकोण में महत्त्व के नहीं हैं। तृतीयक स्तरों के कोयले रिग्नाइट से लेकर उप-विट्टुमिनी विभेद के होते हैं।

भारत की कुछ प्रमुख खानों के नाम यहाँ दिये जा रहे हैं। उनके विस्तार के आँकड़े भी साथ-साथ दिये जा रहे हैं।

कोयला-क्षेत्र	जल प्रतिशत	वाष्पशील अंश प्रतिशत	स्वायी कार्बन प्रतिशत	राख प्रतिशत
मरिया कोयला-क्षेत्र				
उत्तर पिपरातौर	१.९७	३२.०	५३.३	१४.७
हंटोडीह	२.०७	३२.२	५२.७५	१५.०५
माटडीह	१.७	३१.०	५४.५	१४.५
मुरली डीह	२.२	२९.३०	५७.०	१३.७
जामदीवा (स्तर १८)	१.७०	२८.१०	५६.८०	१५.१०
नुनडीह (स्तर १८)	१.८०	२८.८	५९.३	११.९
भटगूरिया (स्तर १७)	२.०	२८.१३	५८.८५	१३.०
भगवन्ध (स्तर १७)	१.६	२७.२	५९.६	१३.२
भगवन्ध (स्तर १६)	१.३	२४.५	६०.२	१५.३
साँयना (स्तर १४)	१.६	२४.६	६१.०	१४.४
भगतडीह (स्तर १४)	१.२७	२२.८५	६४.७	१२.४५

कोयला-क्षेत्र	जल प्रतिशत	वाष्पशील अंश प्रतिशत	स्थायी कार्बन प्रतिशत	राय प्रतिशत
खासझरिया (स्तर १२)	११.१५	२१.६५	६२.३५	१६.०
केंवाडीह (स्तर १२)	०.७५	२०.१	६५.३	१४.६
घरियाजोवा (स्तर १०)	१.०	१९.०	६२.४	१३.६
घनसर (स्तर ८)	१.०	१७.३	६१.५७	२१.१३
नरहर की (स्तर ५)	०.६५	१४.१	६६.२	१९.७
भटियागारा (स्तर २)	०.६५	१४.२	६८.०	१७.८
रानीगंज कोयला-क्षेत्र				
नरसा मुडा	६.१	३३.३	५२.२	१४.६
घुसिक	७.५५	३४.८	५२.६	१२.६
नेगा	६.४	३२.१	५३.६५	१४.२५
दिशागढ़ (पश्चिमी भाग)	२.५७	३३.९५	५४.९५	११.१
समला (पूर्वीभाग)	११.०	३१.५	५७.१	११.४
संदोरिया (पश्चिमी भाग)	२.८१	३२.०	५९.०	९.०
पोनियाटी (पूर्वी भाग)	४.८५	३२.८३	५५.८	११.३५
बराकर कोयला-क्षेत्र				
चांच	१.६३	२८.९६	५६.०२	१३.३९
लामकडीह	१.५८	२८.७४	६०.२७	९.४१
झोकारो कोयला-क्षेत्र				
करगली	१.१६	२३.५७	५८.९६	१६.३१
बलिन के कोयला-क्षेत्र				
तालघीर	११.७१	३०.५४	४६.१८	११.५७
पंचपाटी	७.४८	३१.२४	४४.२४	१७.०४
सिगारेनी	७.१८	२८.७५	५०.७५	१३.७७

झरिया और रानीगंज के तथा कुछ अन्य प्रमुख कोयला-क्षेत्रों में कोयला निर्यातने में कमी प्रगति हुई है वह यहाँ दिये वक्र से स्पष्ट हो जाता है। एक दूसरे वक्र से यह पता लगना है कि कोयले का उत्पादन किस मास में कितना होता है।

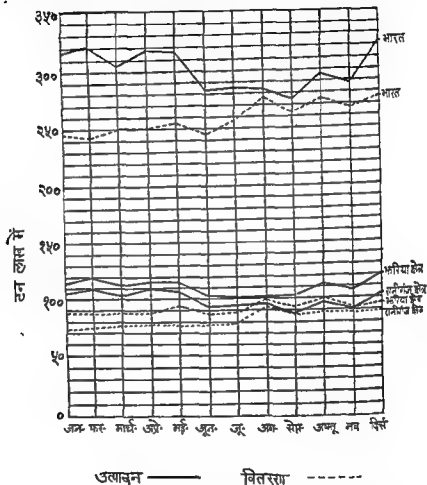


चित्र २३—भारत के कोयले का उत्पादन वक्र

गोंदवाना के किस कोयला-क्षेत्र से कितना कोयला निर्यात यह विन्नादिमिन भाँवड़ों से स्पष्ट हो जाता है।

खान	१९४३		१९४४		१९४५		१९४६	
	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता
बंगाल, बिहार और उड़ीसा								
बोकारो	१५,८३,५२४	६.२१	१५,४१,६४०	५.९०	२१,६६,५४१	७.४३	२७,७५,२८६	९.३२
दार्जिलिंग	४७९,९४१	—	५६१,८५५	—	८६४	—	९,१५५	०.०३
गिरिडीह	२५,६१६	१.८८	२०,७६८	२.१५	६४४,९३६	२.२१	४,६४,६५८	१.५६
जैन्ती	१०,१४५,८३०	०.११	१०,७२,००४	०.०८	१८,४२६	०.०८	१८,५७८	०.०६
झरिया	४,४४,१६६	३९.७७	४७८,२६८	४१.०४	११,६६२,५६९	३९.९८	११,८०१,१८८	३९.६६
करनपुरा	१६,१२७	१.७४	२०,४३६	१.८३	७३६,९०८	२.५३	९५०,०३८	३.१८
पलामू (डालूगंज)	४,७९९	०.०६	१८,८८३	०.०८	२३,९९७	०.०८	३३,३२१	०.११
राजमहल पहाड़ी	—	०.०२	३,९८७	०.०७	९,०६८	०.०३	—	—
रामगढ़	१२६,०१४	—	१०२,७२९	०.०२	४७,५७३	०.१६	५०,५५६	०.१७
रामपुर (रायगढ़-हिंगिर)	७,५७१,७८०	२९.६८	७,७८५,४०३	०.४०	११२,५२९	०.३९	९६,०७७	०.३२
रानीगंज	४६,४६६	०.१८	७५,५६१	०.२९	८,५७६,९३३	२९.४१	८,१८६,३४०	२७.५०
मध्यभारत								
जोहिला	२०५,०१९	०.८०	१९७,२५०	०.७४	११३,४१०	०.३९	१३७,२६७	०.४६
मोहगपुर	८४,१९५	०.३३	१०१,०८६	०.४०	२४६,२१३	०.८४	२७२,३३९	०.९२
उमरिया					११३,४६७	०.३९	१११,१३२	०.३८

आसाम और पंजाब के कोयला-क्षेत्र अवर तृतीयक युग के हैं। इनके स्तरों में मृत्-सिलिका और बालू-प्रस्तर भरे हुए हैं। उनमें समुद्री-जन्तुओं के कंकाल भी पाये जाते हैं जिससे मालूम होता है कि छिछले समुद्र में वृक्षों के निक्षेप से ये बने हैं। ऐसे कोयले के आस-पास पेट्रोलियम भी पाया जाता है।



चित्र २४—भारत के कोयले का मासिक उत्पादन व वितरण

उत्तर आसाम के कोयले के स्तर बहुत मोटे होते हैं। ये कोयले उत्कृष्ट कोटि के होते हैं। आसाम के रेल, जहाजों और चाय बागों में यही कोयले इस्तेमाल होते हैं। कुछ कोयले आसाम के बाहर भी बंगाल को भेजे जाते हैं। इनमें राख की मात्रा

अपेक्षया अल्प होती है। पर गन्धक की मात्रा कुछ अधिक रहती है। इनके स्तर मोटे भी होते हैं। ६० फुट से अधिक मोटे स्तर यहाँ पाये गये हैं। इनमें स्तर भी अनेक होते हैं और उन स्तरों से कोयला निकाला जा सकता है। यहाँ लिग्नाइट भी पाये जाते हैं।

राजपूताना और पंजाब के कोयला-क्षेत्रों में लिग्नाइट पाये गये हैं। इनमें रेजिन भी देखा गया है। कश्मीर के जम्मू में विटुमिनी और अर्ध-विटुमिनी किस्म के कोयले पाये गये हैं। मद्रास के दक्खिन आरकोट जिले में भी कोयले पाये गये हैं। ये कोयले भी अच्छी किस्म के हैं और उप-विटुमिनी विभेद के हैं। इनमें गन्धक और राख की मात्रा अपेक्षया अल्प होती है। साधारणतया तृतीयक कोयले में गन्धक की मात्रा अधिक ३ से ६ प्रतिशत तक रहती है।

आन्ध्र के तृतीयक कोयले का विश्लेषण

	जल	वाष्पशील अंश	स्थायी कार्बन	राख
उत्तर लेदो कोयला-खान (३ नमूनों के विश्लेषणों के फल के आधार पर)	१.८०	४०.१५	५५.५९	२.४६
टिकाक कोयला-खान (५ नमूनों के विश्लेषणों के फल के आधार पर)	२.०९	३७.२५	५८.९९	१.६७
जयपुर कोयला-क्षेत्र (२५ विश्लेषणों के आधार पर)	६.४२	३९.८०	४८.७८	४.८२
नर्जीरा कोयला-क्षेत्र (१२ विश्लेषणों के आधार पर)	५.४९	३८.११	५०.०४	६.३६
डोंगरिंग (गारो पहाड़ी)	३.०३	३४.८१	५८.२८	३.८८

राजपूताना और पंजाब के तृतीयक कोयले का विश्लेषण

	जल	वाष्पशील अंश	स्थायी कार्बन	राख
पलान (राजपूताना)	१२.५५	४६.६७	३६.३८	४.४०
दराडोट (पंजाब)	५.८७	४३.६५	३८.०४	१२.४४
पिघ (पंजाब)	४.४४	४०.३८	३८.७०	१६.४८
माकेरवाल (पंजाब)	२.८०	४२.३४	३६.९४	१७.९२
माकेरवाल (पंजाब)	३.०४	४३.४३	४४.२९	९.२४
कालकोट (कश्मीर)	०.६३	१२.४५	७८.१२	१९.०
कालकोट (कश्मीर)	४.६२	१४.५४	६९.४४	११.४
खोरट (बलूचिस्तान)	२.२९	४१.५१	४६.५२	९.६८
घारिघ (बलूचिस्तान)	६.८०	४०.८०	४७.६०	४.८०

सूतौयक कोयले का उत्पादन १९४३ से १९४६ के बीच

	१९४३	१९४४	१९४५	१९४६	
टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता	टन	समस्त उत्पादन की प्रतिशतता
आसाम					
खामी और जैन्तिया पहाड़ी	१७,७३७	१९,६३७	१७,२७७	२७,७०८	१.१८
माजुम और लखिमपुर	२०८,५६८	२६०,९४६	२६५,९४७	२९३,९१४	१.०६
	१६,७६३	१५,५८८	१४,९८५	१८,२८८	
	३,५१९	७,६०४	९,७८१	९,७०६	
नागा पहाड़ी	१५,९९१	१७,५३३	२०,८१०	२३,०७५	०.६६
शिवसागर	२७,०६७	३४,८३८	५९,२४०	१११,२०८	
बलुचिस्तान	१२,८६९	३०,७६०	५७,४९९	६२,३५५	
मिर्जा (खोस्त)	—	६,२४५	१२,२१३	१५,९८९	०.०५
सोर परास, माच और कलास	—	—	—	—	
बवेटा पश्चिम	—	—	—	—	
सिंध (कराची)	—	—	—	—	
कश्मीर	—	—	—	—	
वरमूला	२,३२३	२,११६	४,००७	७३,००	०.०३
रियासी	—	—	—	—	
जम्मू	२००	४५५	—	—	
मिर्पुर	३,६७६	—	—	—	
हनुवारा	—	—	—	—	
कुटले	—	—	—	—	

गोंडवाना कोयला-क्षेत्र

गोंडवाना कोयला-क्षेत्र एक स्थान पर नहीं है। वे जहाँ-तहाँ देश के भू-पर फैले हुए हैं। वे अलवण जल के ७ नदी-क्षेत्रों में स्थित हैं। इन विभिन्न को (१) दामोदर नदी-क्षेत्र, (२) सोन-मलामू नदी-क्षेत्र, (३) महानदी नदी-क्षेत्र, (४) गोदावरी-वर्धा नदी-क्षेत्र, (५) सतपुड़ा और (६) पूर्वी हिमालय नदी-क्षेत्र कहते हैं। ये कोयला-क्षेत्र बंगाल, बिहार, मध्यभारत, उत्तर प्रदेश, मध्यप्रदेश, हैदराबाद, मद्रास और पूर्वी हिमालय में

ये कोयले अथवा गोंडवाना बनावट के हैं। इनके कोयले के स्तर दो हैं। बराकर कोयला-तल्य अथवा गिरियुग का कोयला है। रानीगंज का व उत्तर गिरियुग का है। बराकर का कोयला अधिक परिपक्व किस्म का है। इसमें जल की मात्रा कम रहती है और वाष्पशील अंश भी कम रहता है।

दामोदर घाटी कोयला-क्षेत्र

(१) झरिया कोयला-क्षेत्र—झरिया का कोयला-क्षेत्र सबसे बड़ा क्षेत्र है। समस्त उत्पादन का प्रायः ४० प्रतिशत कोयला यहाँ के ही क्षेत्रों में है। यहाँ के कोयला-क्षेत्र प्रायः १०५ वर्ग मील के घेरे में है। १८ से २० जिनमें बराकर तल्य के कोयले हैं और ९ ऐसे स्तर हैं जिनमें रानीगंज तल्य के कोयले हैं। बराकर तल्य के सबसे निचले स्तर के कोयले को स्तर १ और सब स्तर के कोयले को स्तर १८ कहते हैं। ऊपर के ८ स्तर के कोयले उत्कृष्ट ये कोयले बनाने वाले कोयले हैं। झरिया कोयला-क्षेत्रों के कोयले में पीछों पत्ते, जड़, घड़ इत्यादि बहुधा पाये जाते हैं।

बराकर कोयला तल्य के कोयले में (१) कम वाष्पशील अंश २६ (२) मध्यम वाष्पशील अंश २६ से २८ प्रतिशत और (३) उच्च वाष्पशील अंश २८ प्रतिशत के ऊपर के कोयले पाये जाते हैं। रानीगंज तल्य के कोयले उच्च वाष्पशील अंश के समान नहीं होते पर जल की मात्रा उनमें कम रहती है।

झरिया कोयला-क्षेत्र से निकलने वाले समस्त कोयले की संचित कृती गयी है।

तल से ५०० फुट की गहराई तक	२०,००० ला
" १००० फुट "	३५,००० ला
" २००० फुट "	४५,००० ला

पर कोयला-क्षेत्र का जीवन वस्तुतः स्तर ९ के ऊपर कोक बननेवाले उत्कृष्ट कोटि के कोयले पर निर्भर करता है। ऐसे कोयले की मात्रा २००० फुट की गहराई तक की ८६०० लाख टन कूती गयी है। इस आधार पर कोयला-क्षेत्र का जीवन ६०-७० वर्ष हो सकता है।

झरिया कोयला-क्षेत्र के स्तर १० से ऊपर के कोयले कोक बननेवाले उत्तम कोटि के होते हैं। अतः धातु-निर्माण के लिए कोक बनाने में यहाँ का ही कोयला प्रयुक्त होता है। यहाँ का जो कोयला निकृष्ट कोटि का होता है वह घरेलू ईंधन के लिए, कोमल कोक के निर्माण के लिए सर्वोत्तम समझा जाता है पर यहाँ पर खुली वायु में कोयले को जलाकर कोमल कोक तैयार होता है। इससे करोड़ों रुपये के कोल-कार्बनीकरण के उप-उत्पादन नष्ट हो जाते हैं। यह एक बहुत बड़ी राष्ट्रीय हानि है। इसे रोकने का दीर्घ प्रयत्न होना चाहिए। कोयले को खुली वायु में जलाकर कोक बनाने की प्रथा कानूनन बन्द हो जानी चाहिए।

बोकारो-कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्रों में कोयले के २९ स्तर पाये गये हैं। इन स्तरों की मोटाई ४ से ६९ फुट तक पायी गयी है। यहाँ के कुछ कोयले उत्कृष्ट कोटि के, कोक बननेवाले होते हैं। ऐसे कोयले का उष्मा-मान ७,००० कलरी से ऊपर होता है। यहाँ के कोयले में फ्रास्क्रस की मात्रा ०.३ प्रतिशत से कम रहती है। बोकारो के पूर्वी क्षेत्र में करगली स्तर है जिसके एक खण्ड में १२५ फुट मोटा स्तर पाया गया है। यहाँ के कोयले की मात्रा ८००० लाख टन कूती गयी है जिसमें लगभग ३००० लाख टन उत्तम कोटि का कोक बननेवाला कोयला है।

चन्द्रपुरा कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला-क्षेत्र लगभग ४०० एकड़ भूमि में है। यह झरिया से पच्छिम चन्द्रपुरा रेलवे स्टेशन के निकट है। यहाँ का कोयला प्रथम श्रेणी का नहीं है। अधिकांश कोयले को द्वितीय श्रेणी का कह सकते हैं। यहाँ कोयले के दो स्तर एक २५ फुट से अधिक मोटाई के और दूसरे लगभग १० फुट मोटाई के पाये गये हैं।

रामगढ़ कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला उत्कृष्ट कोटि का नहीं है। कोयला-क्षेत्र लगभग ३० वर्ग मील तक फैला हुआ है। यहाँ के कोयले में मोटे-मोटे अनेक स्तर पाये गये हैं।

दक्षिण करनपुरा और उत्तर करनपुरा कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्र में अनेक स्तर ५० फुट तक मोटाई के पाये गये हैं। अरगड़ा का स्तर तो ९० फुट मोटा पाया गया है। उत्तर करनपुरा में कुछ स्तर ७२ फुट से अधिक मोटाई के मिले हैं। यहाँ के कोयले देखने में साधारणतया निम्न होते हैं। दक्षिण करनपुरा के

कोयले अर्ध-कोक बननेवाले और उत्तर करनपुरा के अधिकांश कोक न बननेवाले होते हैं। कोयले का कलरी-मान ६५०० से ६९०० कलरी रहता है। अरगड़ा के कोयले का कलरी-मान ऊँचा होता है। २००० फुट की गहराई तक के कोयले की संचिति लगभग ७५०० लाख टन कूती गयी है। मन् १९५७ में भूगर्भ विरोपनों ने दक्खिन करनपुरा के कोयले की संचिति का अनुमान लगाया है। इसके लिए ५७ मुराख खनाये गये थे। इन सूराखों की गहराई २१,५०७ फुट थी। यहाँ का कोयला उत्कृष्ट कोटि का पाया गया है। ४९० लाख टन यहाँ की संचिति कूती गयी है। केवल गिडी का कोयला ४०० लाख टन और अरगड़ा और सिरका वग कोयला ३३० लाख टन कूता गया है।

औरंगा कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्र प्रायः १०० वर्गमील में फैले हुए हैं। कोयले के अनेक स्तर हैं जिनमें कुछ स्तर तो लगभग ४० फुट तक के मोटे हैं।

हुटार कोयला-क्षेत्र—पलामू जिले में औरंगा कोयला-क्षेत्र से १२ मील पच्छिम में यह कोयला-क्षेत्र है। लगभग ८० वर्ग मील में यह फैला हुआ है। यहाँ के स्तरों की मोटाई विभिन्न पायी गयी है। लगभग १३ फुट मोटाई तक के स्तर पाये गये हैं। यहाँ के कोयले में जल का अंश अपेक्षया अधिक होता है। यहाँ का कोयला कोक न बननेवाला होता है।

डाल्टेनगंज कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयले बराबर तल्प के होते हैं। कोयला-क्षेत्र ३२ वर्ग मील तक फैला हुआ है। यहाँ की खोदाई से ६ इंच से ५ फुट तक मोटाई के १४ स्तर पाये गये हैं। एक स्तर तो करीब ३० फुट मोटाई का पाया गया है। राजहारा के निकट एक वर्गमील के कोयले की संचिति ९० लाख टन कूती गयी है।

हजारीबाग कोयला-क्षेत्र

गिरिडीह या करहरवारी कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला-क्षेत्र प्रायः ११ वर्ग मील में फैला हुआ है जिसमें ७ वर्गमील में कोयला निकलता है। कोयले के ३ स्तर हैं, करहरवारी निचला, करहरवारी ऊपरी और पहाड़ी स्तर। ऊपरी करहरवारी स्तर जो ४ से १० फुट मोटाई का था प्रायः समाप्त हो गया है। निचला करहारी स्तर १०-१४ फुट मोटाई का है। इसका कोयला धातु-निर्माण के लिए भारत के सब कोयले से उत्तम है। इसमें फास्फोरस की मात्रा बहुत कम है पर इस कोयले का उपयोग केवल रेलवे इंजनों के लिए हो रहा है। इस कोयले में गन्धक की मात्रा भी बड़ी अल्प ०.५ प्रतिशत से कम ही है। पर देखने में यह कोयला निष्प्रभ होता है। यहाँ

के कोयले की संचिति प्रायः २०० लाख टन कूती गयी है और वह २५ वर्ष से अधिक काल तक काम दे सकता है।

चोप कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला क्षेत्र में ४ फुट मोटाई का एक स्तर पाया गया है।

इतलोरी कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्र में तीन स्तर के होने की सूचना मिली है। निचला स्तर ८ फुट मोटाई का, मध्य का स्तर ४ फुट मोटाई का और ऊपर का स्तर अज्ञात मोटाई का पाया गया है। यहाँ के कोयले की संचिति १५ लाख टन कूती गयी है।

राजमहल के कोयला-क्षेत्र

हुरा और जिलबारी कोयला-क्षेत्र—फुलवेरा गाँव के निकट ढकैटा पहाड़ी में कोयले के ९ फुट स्तर का विवरण मिला है। जिलबारी के निकट प्रायः ६ फुट मोटाई के दो स्तर पाये गये हैं।

चुपरमिता कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र लगभग ७ मील लंबा है। कुछ स्थानों में ९ फुट और ६ फुट मोटाई के दो स्तर पाये गये हैं। यहाँ का कोयला निकुष्ट कोटि का है।

पछवारा कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला निकुष्ट कोटि का होता है। कोयला कोक बननेवाला नहीं है। ईंट पकाने के लिए ही इसका उपयोग होता है।

अरुना कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र लगभग ७० वर्गमील में फैला हुआ है। यहाँ की संचिति प्रायः २००० लाख टन कूती गयी है। यहाँ का एक कोयला-क्षेत्र, हुरा कोयला क्षेत्र अच्छे भविष्यवाला मालूम पड़ता है।

देवघर कोयला-क्षेत्र

कुन्दित-करंया कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र खैरबानी गाँव के निकट है। यहाँ के कोयले के दो पतले स्तर पाये गये हैं।

सहजुरी कोयला-क्षेत्र—इस कोयला-क्षेत्र में १८ से २५ फुट मोटाई के कोयले के दो स्तर हैं। कोयला उत्कृष्ट कोटि का नहीं है। यहाँ की संचिति लगभग २२० लाख टन कूती गयी है।

जयन्ती कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्र में तीन स्तर हैं जिनमें वाष्पशील अंश कम मात्रा में है। इसका निचला स्तर ४ फुट ४ इंच मोटाई का है। यह कोयला उत्तमकोटि का है। इसका कलरीमान ७२१५ कलरी है। यहाँ के अच्छे कोयले

की संचिति का लगभग २० लाख टन अनुमान है जिसका १० लाख टन कोयला कोक बननेवाला कोयला है।

रानीगंज कोयला-क्षेत्र

रानीगंज का कोयला-क्षेत्र कुछ बंगाल में है और कुछ बिहार में। यह कोयला-क्षेत्र लगभग ६०० वर्ग मील में फैला हुआ है। यहाँ के कोयले दोनों बराबर तल्प और रानीगंज तल्प के हैं।

बराबर तल्प के कोयले इन स्थलों पर हैं—

दमरिया स्तर — यह कोयला कोक न बननेवाला है। इसका कलरीमान ७,१५० कलरी है।

लायकडीह स्तर — यह कोयला अच्छा कोक बननेवाला है। इसका कलरीमान ७,६०० कलरी है।

रामनगर स्तर — यह कोक बननेवाला कोयला है। इसका कलरीमान ७,२०० कलरी है।

बेगुनिया स्तर — यह भी कोक बननेवाला कोयला है। इसका कलरीमान ७,००० है।

रानीगंज तल्प के कोयले इन स्थलों पर हैं—

पोनिहाटी स्तर — इस कोयले का कलरीमान ७,२०० कलरी है

जम्बद-नेगा स्तर — यहाँ के कोयले का कलरीमान ६,८०० कलरी है

दिशेरगढ़ स्तर — यहाँ के कोयले का कलरीमान ७,२०० कलरी है

घुसिक स्तर — यहाँ के कोयले का कलरीमान ६,९०० कलरी है

रानीगंज कोयला-क्षेत्र के नीचे स्थानों में धातु-निर्माण के लिए कोक बनाने के कोयले प्राप्य हैं। ये कोयले अकेले अथवा उत्कृष्ट कोटि के झरिया-कोयला-क्षेत्रों के कोयले के साथ मिलाकर कोक बनाने में इस्तेमाल हो सकते हैं।

रामनगर, लायकडीह, बेगुनिया, पोनिहाटी और दिशेरगढ़।

गैस बनाने के उत्तम कोयले दिशेरगढ़, सैक्टोरिया और पोनिहाटी के होते हैं।

कोक न बननेवाले उत्कृष्ट कोटि के कोयले, डामागोरिया सलनपुर, 'ए' स्तर, गौरांगडीह स्तर, सेमलास्तर रघुनाथ बाट्टीस्तर, जम्बद-नेगा स्तर, घुसिक स्तर और बड़जना स्तर के होते हैं।

रानीगंज के कोयले की समस्त संचिति २००० फुट तक की गहराई के पहले लगभग ९,०००० लाख टन कूती गयी थी पर अब सबसे आधुनिक अनुमान जो १९५६

में किया गया है यह है कि संचित की मात्रा १३,०००० लाख टन है। इनमें प्रायः २३०० लाख टन कोयला अच्छे प्रकार का कोक बननेवाला कोयला है। भारत के समस्त कोयले के उत्पादन का प्रायः २९ प्रतिशत कोयला रानीगंज की खानों से निकलता है। यह प्रायः ८५ लाख टन होता है। वैज्ञानिकों का अब अनुमान है कि यहाँ का कोयला कुछ शताब्दियों तक चल सकता है।

दार्जिलिंग कोयला-क्षेत्र

दार्जिलिंग जिले के तीन घरिया और लिगु और रमती नदियों के बीच के क्षेत्रों में कोयले का पता लगा है। तीन घरिया का कोयला-स्तर ११ फुट मोटाई का होता है। लिगु क्षेत्र में भी कोयले के स्तर पाये गये हैं। इनमें कुछ कोयले काँक बननेवाले उत्कृष्ट किस्म के कोयले हैं। यहाँ के कोयले में राख की मात्रा १३ से २६ प्रतिशत के बीच रहती है। यहाँ की संचित लगभग ५० लाख टन कूती गयी है। जलपाई गुड़ी जिले में दिमाना नदी के तट पर बंगाल, भूटान की सीमा पर फ्रेन्चाइट के भी स्तर पाये गये हैं। कुछ में स्थायी कार्बन ४० प्रतिशत से अधिक पाया गया है। इनके सिवाय एयोर, मिरि, डफला, आका, भूटान पहाड़ियों में भी कोयले पाये गये हैं।

उड़ीसा कोयला-क्षेत्र

तालचिर कोयला-क्षेत्र—तालचिर के निकट प्रायः ११ वर्ग मील में कोयले के क्षेत्र हैं जिसमें कोयले के दो स्तरों से कोयला निकाला जा सकता है। गिप्सर स्तर प्रायः ९ फुट मोटा और पेंदा स्तर १३ फुट मोटा है। यहाँ के कोयले निम्न होते हैं और भून्-शिलिका के ऐसे देख पड़ते हैं। उनमें राख अपेक्षाया कम होती है पर जल का अंश १० प्रतिशत तक रहता है। यहाँ के कुछ कोयले अच्छे होते हैं और उनका कलरीमान ६००० से ७००० कलरी रहता है।

इबनदी या रामपुर कोयला-क्षेत्र—यहाँ के कोयला-क्षेत्र में अनेक स्तर पाये गये हैं। कोयला अच्छे किस्म का होता है यद्यपि जल की मात्रा कुछ अधिक रहती है। इसका कलरीमान ६,६०० कलरी रहता है। रामपुर स्तर की संचित २० वर्ग मील क्षेत्र और ६०० फुट गहराई तक की १००० लाख टन कूती गयी है।

हिगिरि कोयला-क्षेत्र—गांगपुर राज्य के हिगिरि में यह कोयला-क्षेत्र स्थित है। इसका क्षेत्र ४० वर्ग मील तक फैला हुआ है। इस क्षेत्र के एक स्तर की ४५ फुट गहराई तक का कोयला निकला है।

तल से ३०-३५ फुट नीचे २ फुट गहराई का एक पतला-स्तर है। गंजाम जिले के मोछुआ और बट्टंगिया के बीच के क्षेत्र में पाया गया है।

अभी हाल सन् १९५७ ई० में घोषणा हुई है कि उड़ीसा के गंजाम जिले के पाकिरी पहाड़ी क्षेत्रों में कोयले के विशाल निक्षेप का पता लगा है। यदि इस कोयले को निकाला जाय तो उड़ीसा में द्वितीय पंचवर्षीय योजना में उद्योग-धन्यों में जितने कोयले की आवश्यकता होगी उसकी बहुत बड़े अंश में यहाँ के कोयले से पूर्ति हो जायगी। उड़ीसा के इस निक्षेप का विशेषज्ञों द्वारा परीक्षण हो रहा है और आगा है कि विशेषज्ञों की रिपोर्टें शीघ्र ही प्राप्त होगी।

रीवाँ कोयला-क्षेत्र

सिमरौली कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र प्रायः ५०० वर्गमील में फैला हुआ है। उत्तर प्रदेश के मिर्जापुर तक यह क्षेत्र फैला हुआ है। यहाँ के कुछ स्तर १८ फुट मोटे और कुछ ६ फुट मोटे हैं।

कोरार कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला-क्षेत्र ९ वर्ग मील में है। कोयला अच्छी किस्म का है। ४ से ८ फुट मोटे चार स्तर पाये गये हैं। यह क्षेत्र उमरिया कोयला-क्षेत्र के निकट है।

उमरिया कोयला-क्षेत्र—यह कोयला क्षेत्र केवल ६ वर्गमील में स्थित है। यहाँ के क्षेत्र की विशेषता यह है कि कोयले में समुद्री क्रोसिल भी मिलते हैं। यहाँ कोयले के ६ स्तर हैं जिनमें चार स्तरों से कोयला निकाला जा सकता है। कोयले की मोटाई लगभग २५ फुट की है। यहाँ के कोयले के कलरीमान ४६०० से ६३०० कलरी तक के हैं। यहाँ के कोयले की संचिति २४० लाख टन कूती गयी है।

जोहिल्ला नदी-क्षेत्र—उत्तर जोहिल्ला क्षेत्र ११½ वर्गमील और दक्षिण जोहिल्ला क्षेत्र ३½ वर्गमील में है। इस क्षेत्र में एक दूसरे से २० फुट दूरी के अन्तर दो स्तर एक सिलर स्तर १७ फुट का और पेंदे का स्तर ६ फुट का पाया जाता है। कोयला साधारणतया अच्छी किस्म का है। ५०० फुट की गहराई तक के कोयले की संपत्ति लगभग ३०० लाख टन कूती गयी है।

सोहागपुर कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र १२०० वर्गमील में फैला हुआ है। ३ से ५ फुट मोटाई के ९ स्तर पाये जाते हैं। यहाँ के कुछ कोयले उत्कृष्ट कोटि के हैं। १०-१५ प्रतिशत उनमें राख पायी जाती है।

मध्यप्रदेश के कोयला-क्षेत्र

मध्यप्रदेश के कोयला-क्षेत्र तीन समूह के हैं। छत्तीसगढ़, सतपुरा और बार्पा-पाटी के।

छत्तीसगढ़ कोयला-क्षेत्र

ततपानी रामकोला कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र यद्यपि मध्यप्रदेश में है पर वास्तव में दामोदर घाटी के पूर्वी छोर पर सरगुजा में ही स्थित है। इनके दो क्षेत्र हैं। पूर्वी क्षेत्र और पच्छिमी क्षेत्र। सारा क्षेत्र प्रायः ८०० वर्गमील में फैला हुआ है जिसके लगभग १०० वर्ग मील में कोयला पाया जाता है।

पूर्वी ततपानी क्षेत्र में ५,६०० कलरी के ३ फुट के स्तर, लगभग ६२०० कलरी के ६ फुट २ इंच के स्तर और ४,२०० कलरी के ८ फुट के स्तर हैं। रामकोला क्षेत्र में ६००० कलरी के ३ फुट के एक स्तर और एक १७ फुट के स्तर हैं।

झिलमिल कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र सरगुजे में है। ४ फुट मोटाई के इसमें ३ से ४ स्तर हैं। यहाँ के कुछ कोयले का कलरीमान लगभग ७००० कलरी है। कुछ कोयले कोक बननेवाले हैं। यहाँ के कोयला-क्षेत्र की संचिति प्रायः ९५ लाख टन क़नी गयी है।

सनहट कोयला-क्षेत्र—यह क्षेत्र प्रायः ३३० वर्गमील में कोरिया में है। इस क्षेत्र को कोयले के तीन क्षेत्रों (horizons) में बाँट सकते हैं। (१) पूर्वी क्षेत्र के १६ मील के कटिवन्ध (belt) जिसमें लगभग ५ फुट मोटाई के कोयले के ४ स्तर हैं। (२) नगर क्षेत्र जिसमें ३३-१० फुट मोटाई का एक स्तर है। (३) चर्चा क्षेत्र जिसमें ३ फुट के स्तर हैं। इनके अतिरिक्त इस क्षेत्र में और भी कई दूसरे कोयला-क्षेत्र हैं। पूर्व क्षेत्र के कुछ कोयले में राख की मात्रा केवल १५ प्रतिशत के लगभग है।

भगरापण्ड कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र २२ वर्ग मील में स्थित है। रीबाँ के सोहागपुर कोयला-क्षेत्र के सबसे पूर्वी छोर पर यह स्थित है और उसी का एक भाग समझा जा सकता है पर कोरिया में होने के कारण इसे दूसरा नाम दिया गया है। इस कोयला-क्षेत्र में कोयले के तीन सस्तर (horizons) हैं जिनमें ५-८ फुट मोटाई का प्रायः चिपटा एक स्तर है जिसके कोयले में केवल १२ प्रतिशत राख है। इस कोयला-क्षेत्र की एक बड़ी अनन्य (unique) आकृति कोयला-स्तरों को काटनी हुई रेत-मत्थर की मिति (dyke) की उपस्थिति है।

कुरात्तिमा कोयला-क्षेत्र—इस कोयला-क्षेत्र के पूरव में ६ कोयला संस्तर हैं जिनके स्तर १ फुट तक मोटे हैं। पच्छिम में ३६ फुट मोटाई के मात्र स्तर हैं। यहाँ के कुछ कोयले उत्तम कोटि के हैं। अनेक स्तरों के कोयले का कलरीमान लगभग ७००० कलरी है।

कोरियाण्ड कोयला-क्षेत्र—यह क्षेत्र ६ वर्गमील में फैला हुआ है। अभी तक

कोयले के समस्त निक्षेप का पूरा पूरा-पता नहीं लगा है। पर अनेक स्तर ३ से ५ फुट मोटे पाये गये हैं।

बिसरामपुर कोयला-क्षेत्र—(सरगुजा)—रजनसुही के निकट २ से ६ फुट मोटाई के कई कोयले के स्तर, बगरा के निकट दो स्तर और कोरिया के निकट कई स्तर पाये गये हैं। गागर नाला के निकट पाये गये कोयले में राख की मात्रा केवल ७ प्रतिशत है। महान नदी के क्षेत्र में ७½ फुट मोटा कोयला का स्तर विद्यमान है। इसका कलरीमान ५००० कलरी है। तुलसी के निकट अन्य कोयले के स्तर भी हैं पर उनकी जाँच ठीक प्रकार से नहीं हुई है। कोयला-क्षेत्र का विस्तार प्रायः ४०० वर्गमील में है।

बंसार कोयला-क्षेत्र—इस क्षेत्र के कोयले को भी नाप-जोख अभी नहीं हुई है।

सखनपुर कोयला-क्षेत्र—इस क्षेत्र के पूर्वी और पच्छिमी दो खण्ड हैं। यह प्रायः १३५ वर्ग मील में फैला हुआ है। पूर्वी खण्ड ५० वर्ग मील और पच्छिमी खण्ड ८५ वर्गमील में है। पूर्वी खण्ड में कोयले के दो स्तर २ फुट और ५½ फुट मोटाई के हैं। पच्छिमी खण्ड में दो स्तर एक ३½ फुट मोटाई का और दूसरा ७½ फुट मोटाई का है। इस क्षेत्र के कोयले में राख की मात्रा २०-२५ प्रतिशत है। सलित के निकट दो और स्तर पाये गये हैं जिनके कोयले में राख की मात्रा लगभग १२ प्रतिशत है।

पंचवाहिनी कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र सरगुजा में है और ४½ वर्ग मील के विस्तार में फैला हुआ है। यहाँ दो स्तर तीन-तीन फुट के पाये गये हैं। दोनों स्तर अच्छी किस्म के कोयले के हैं।

दगहा मुंडा कोयला-क्षेत्र—यह भी सरगुजा में ४½ वर्गमील में फैला हुआ है। इस क्षेत्र में कई पतले-पतले स्तर पाये गये हैं।

सिधुरगढ़ कोयला-क्षेत्र—यह भी सरगुजा में है। यह प्रायः २० वर्गमील के क्षेत्र में फैला हुआ है। कई स्तर यहाँ पाये गये हैं। बुकमुकु के निकट एक स्तर १० फुट मोटाई का है। यह कोयला कोक बननेवाला नहीं है। इसमें २३-१ प्रतिशत राख है। अमलीहारा के निकट एक ४ फुट मोटाई के स्तर के कोयले में केवल ६-४ प्रतिशत कोयला है। यहाँ के कोयले की संचिति प्रायः ४०० लाख टन कूती गयी है।

रामपुर कोयला-क्षेत्र—यह भी सरगुजा में है। यहाँ के स्तर साधारणतया पतले हैं पर एक स्तर १२ फुट मोटाई का पाया गया है। यहाँ के कोयले विभिन्न किस्म के हैं। एक कोयले में केवल ५ प्रतिशत राख और दूसरे में ३० प्रतिशत राख पायी गयी है।

कोरवा कोयला-क्षेत्र—कोयलावाली चट्टानें यहाँ प्रायः २०० मील तक फैली हुई हैं। पूर्वी रेलवे के चम्पा रेलवे स्टेशन के प्रायः १४ मील पच्छिम में कोरवा है। हसडो नदी के पच्छिमी तट पर दो अलग-अलग वाह्यस्तर में ७० फुट मोटाई का स्तर पाया गया है। दूसरे स्थानों में १५० फुट मोटाई के स्तर का भी उल्लेख है। अहरन नदी क्षेत्र में एक फुट मोटाई का स्तर पाया गया है जिसके कोयले में राख की मात्रा ६'८ से १३'४१ पायी गयी है। कोरवा से २२ मील पच्छिम में गंजार नाला में २२ फुट मोटे स्तर का उल्लेख है। गंजार और धोगरा नाला के संगम पर, बाग देवा के एक मील उत्तर पच्छिम घोघरी नाला, और रायल के एक मील उत्तर पूर्व में खोलार नाला में भी कोयले के स्तर का पता लगा है। जतराज और कुसमुन्डा के मोटे स्तर भी कोरवा के ही स्तर हैं। यहाँ के क्षेत्रों की संचिति २५०० लाख टन कूती गयी है जिनमें २५० लाख टन उत्कृष्ट कोटि का है।

सोनपुरी अथवा ऊपरी कुसुमडिया स्तर के तीन खण्डों की मोटाई ७२ फुट है। तीन खण्डों, पेंदे, मध्य और ऊपरी के कोयलों का कलरीमान क्रमशः ९०००, ८,८०० और १०,५०० वि० टि० यू० पाउण्ड है। धोर देवा के दक्खिन-पूर्व में भैरोताल के निकट २० फुट के कोयले का स्तर है। इसका कलरीमान लगभग ११,००० वि० टि० यू० पाउण्ड है। धोरदेवा क्षेत्र में एक या दो और स्तर के होने का सन्देह होता है। राज गमर गाँव के प्रायः एक मील पच्छिम में फुलुङडीत में एक महत्व का ६ फुट का स्तर पाया गया है। इसका कलरीमान प्रायः ११,००० वि० टि० यू० पाउण्ड है। इस कोयला क्षेत्र की जाँच ठीक-ठीक नहीं हुई है। यह कोयला-क्षेत्र आशाजनक मालूम पड़ता है।

माँड नदी कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र बराकर चट्टानों को कोरवा कोयला-क्षेत्र से मिलाता है। यह प्रायः २०० बर्ग मील में स्थित है। गोपाल नाला के क्षेत्र के उत्तरा खण्ड में अच्छी किस्म के अनेक स्तर हैं। इस क्षेत्र में कोयले के ४ स्तर एक दूसरे से मिले हुए हैं। कुछ स्तर १६-२० फुट मोटे हैं। खोदाई से दो स्तर क्रमशः १९ फुट और १३ फुट मोटे जुबिलीस्तर और हीरालाल स्तर पाये गये हैं। हीरालाल स्तर के कोयले में ३५ प्रतिशत राख रहती है।

कंकानी कोयला-क्षेत्र—रायगढ़ के १२ मील उत्तर-पच्छिम में यह क्षेत्र स्थित है। इसके अनुसन्धान को आवश्यकता है।

रायगढ़-हिंगिर कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र २०० बर्गमील में फैला हुआ है। इसमें अनेक स्तर हैं पर वे अधिकांश पतले हैं। बेन्डरा नदी के मुख के निकट प्रायः ६ फुट मोटे परतदार कोयले के दो स्तर और काली नदी में ६ फुट मोटे स्तर हैं।

ये स्तर आशाजनक प्रतीत होते हैं। रायगढ़ के कोयला क्षेत्रों की ठीक-ठीक जांच नहीं हुई है।

दक्खिन-रायगढ़-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र प्रायः २५ वर्गमील में फैला हुआ है। दिवदोरा के निकट एक छेद में १४ फुट का स्तर पाया गया है।

सत्पुरा कोयला-क्षेत्र

मोहपानी कोयला-क्षेत्र—यह कोयला-क्षेत्र रेलवे का है। इसमें ४ स्तर हैं। यहाँ के कोयले का कलरीमान ६०००-७००० कलरी है। इस क्षेत्र की संचिति ४० लाख टन है।

सोनबा कोयला-क्षेत्र—इस कोयला-क्षेत्र में कोयला निकालने योग्य किसी स्तर का अभी पता नहीं लगा है। कोयले का बहुत पतला स्तर पाया गया है। इस क्षेत्र के अनुसन्धान की आवश्यकता है।

शाहपुर कोयला-क्षेत्र—इस क्षेत्र में कोयलावाले ३ क्षेत्र हैं। गुरगुंडा, मरदानपुर और कटासुरा स्तर कलनाई से ५ फुट मोटाई का है।

कुलहरा कोयला-क्षेत्र—यह १३ वर्ग मील क्षेत्र में है। खोदाई से ६ फुट मोटे स्तर का पता लगा है।

पयखेरा कोयला-क्षेत्र—खोदाई से यहाँ तीन स्तरों का एक ४ फुट ६ इंच, दूसरा ६ फुट और तीसरा १४ फुट मोटे स्तर का पता लगा है। यह प्रायः १६ वर्ग मील में फैला हुआ है। यहाँ की संचिति १५० लाख टन कूती गयी है।

बहान बरा कोयला-क्षेत्र—कोयले के टुकड़े यत्र-तत्र नदी के पेट में पाये गये हैं। कोयले का क्षेत्र नहीं मिला है।

ऊपरी तावा घाटी कोयला-क्षेत्र—टण्डसी गाँव के निकट ५ फुट मोटा एक स्तर पाया गया है।

कन्हन घाटी कोयला-क्षेत्र—मध्यभारत के ये क्षेत्र कन्हन नदी से पंचघाटी तक फैले हुए हैं। इन क्षेत्रों को निम्नलिखित ६ खण्डों में विभक्त किया है।

१. दमुआ कलिछपुर—यहाँ के कोयले बराबर प्रकृति के हैं। ये पूर्व-पच्छिम में फैले और उत्तर की ओर झुके हुए हैं। कलिछपुर के निकट ९ फुट मोटा स्तर पाया गया है जो पीछे १५ फुट मोटा हो गया है। दमुआ के निकट कोयले के ३ स्तर हैं। इनमें एक स्तर से जो १४ फुट मोटा है कोयला निकाला जा रहा है। इसे 'कन्हन खान' कहते हैं। यहाँ कोयले का कलरी-मान ६,५०० कलरी है। यहाँ का कोयला कोक बनने वाला है।

२. घोरावारी निमखेरा कोयला-क्षेत्र—यह क्षेत्र दमुआ के निकट ही है। घोरावारी खान में १५ फुट मोटा स्तर है पर इसका केवल ८ फुट का कोयला निकाला जा सकता है। इसका कलरी-मान ६३४८ कलरी है। इस कोयले में रास की मात्रा १७-१९ प्रतिशत है पर जल की मात्रा केवल २ से २.५ प्रतिशत है। इससे कठोर कोक प्राप्त होता है। घोरावारी स्तर के नीचे दो और स्तर मिलते हैं। दोनों १० फुट मोटे हैं। निकटवर्ती नदी में कुछ अन्य छोटे-छोटे स्तर भी देखे गये हैं।

३. पनारा जिनौर-क्षेत्र—जुनौर देव खान में १४ फुट मोटे एक स्तर से कोयला निकाला जाता है। इस कोयले का कलरीमान ३,६०२ कलरी है।

४. दलता जमाई-क्षेत्र—दोनगरिया खान में दलता-स्तर पाया गया है। कोक बननेवाला कोयला यहाँ है। इसका कलरीमान ३,६०२ कलरी है। यहाँ के कोयले दो स्तरों में हैं जिनमें एक स्तर १० फुट मोटा है। कोयले अच्छे किस्म के नहीं हैं।

५. जामकुन्दा क्षेत्र और हिंगलादेवी—ये दोनों क्षेत्र साथ-साथ हैं। इस क्षेत्र की घोगरी खान में ५ $\frac{१}{२}$ फुट मोटाई का एक स्तर है। इसका कलरी-मान ५,५०० कलरी है। यहाँ ४ स्तर पाये गये हैं जिनकी मोटाई ५ फुट से कम है। नजारपुर में शिखर स्तर ५ $\frac{१}{२}$ फुट मोटा है।

पेंचघाटी कोयला-क्षेत्र

पेंचघाटी में कोयले के प्रायः नव-दस विभिन्न क्षेत्र हैं। ये गोंडवाना के नीचे दक्खिन में हैं।

१. गजन डोह-क्षेत्र—मृत-शिलिका के ८ फुट के नीचे ५ फुट का कोयले का एक स्तर पाया गया है। यह स्तर उत्तर की ओर काले पत्थर में झुकता है। यह देखने के लिए एक स्तर अविच्छिन्न है, काले-पत्थर के खोदने की आवश्यकता है।

२. बरकुही-क्षेत्र—यह क्षेत्र बरकुही रेलवे स्टेशन के समीप है। यहाँ के एक स्तर प्रायः ७ फुट मोटे से कोयला निकाला जाता है। इसके ऊपर ४ फुट मोटे एक और स्तर का पता लगा है।

३. भण्डरिया मुटारिया-क्षेत्र—परसिया के एक भोल दक्खिन-पच्छिम में गोगरा-नाला में प्रायः ८ फुट मोटाई के एक स्तर का पता लगा है।

४. चाँद मेठा डोंगर-चिकली-क्षेत्र—चाँद मेठा की खोदाई में कोयले के कई स्तर पाये गये हैं, जिनमें एक स्तर ९ $\frac{१}{२}$ फुट मोटा है। यह कोयला कन्हन थेंगी का ही है पर कोक बननेवाला नहीं है। इस क्षेत्र में १५० लाख टन कोयला प्राप्त है।

५. एकलैरा-न्यूटन-चिकली-क्षेत्र—यहाँ के एक ८ फुट स्तर का कोयला अच्छी किस्म का है। यहाँ का कोयला कोक बननेवाला नहीं है। जल की मात्रा ऊँची रहती है। इस कोयले के स्तर में कई स्थानान्तरण हैं।

६. परसिया-खिरसा डोह क्षेत्र—इस क्षेत्र में ६ फुट, ५ फुट और ४½ फुट के तीन स्तर पाये गये हैं। खिरसा का स्तर पेंच-घाटी के कोयला-क्षेत्र का प्रमुख स्तर है।

७. खनवारा हिराई-क्षेत्र—इस क्षेत्र में एक पतला स्तर पाया गया है जिसके कोयले का कलरीमान लगभग ६,३०० कलरी है।

८. दिघवानी-छिदा-क्षेत्र—इस क्षेत्र में कोयले के ३ स्तर सब मिला के १२½ फुट मोटाई के पाये गये हैं। एक खण्ड में १५½ फुट मोटाई का भी पाया गया है। कुछ स्थलों में कोयले के साथ गद्दी द्वारा लायी मिट्टी भी मिली हुई है।

९. सिरगढ़-हरन भता-क्षेत्र—प्रायः ६० फुट की खोदाई में कोयले के दो स्तर पाये गये हैं। इनमें एक स्तर पेंच-घाटी कोयला-क्षेत्र का प्रमुख स्तर है।

वार्धा घाटी कोयला-क्षेत्र

इस क्षेत्र में ९ कोयला क्षेत्र हैं जिनमें ६ महत्व के हैं।

१. धन्दार कोयला-क्षेत्र—भोरपुर गाँव के समीप ८५ फुट की गहराई पर ७ फुट मोटा, १२९ फुट की गहराई पर १७ फुट मोटा, २४३ फुट की गहराई पर ३ फुट (कोयले के शिलिका) मोटा और १६२ फुट की गहराई पर ६ फुट मोटे स्तर पाये गये हैं। निकटतम रेलवे स्टेशन से ३० मील की दूरी पर यह क्षेत्र है। इसका कोयला अभी निकाला नहीं गया है। इसकी संचिति १०८० लाख टन कूती गयी है।

२. बरीरा खान-क्षेत्र—यह क्षेत्र ४२० एकड़ में है। यहाँ दो स्तर, एक २२ फुट मोटा और दूसरा १० फुट मोटा पाये गये हैं। कोयले का कलरीमान लगभग ५,५०० कलरी है। कुछ स्थलों की खोदाई से ४ स्तरों का पता लगा है। इस क्षेत्र में प्रायः १२० लाख टन कोयला प्राप्य है।

राजुर या ऊन कोयला-क्षेत्र—बरार के यशतमाल जिले में यह क्षेत्र स्थित है। पिसगाँव में तल से ७७ फुट नीचे २७-३१ फुट कोयला पाया गया है। राजुर में तल से १६० फुट नीचे १८-३० फुट कोयला पाया गया है। गणेशपुर में तल से २४५ फुट नीचे कोयला पाया गया है। राजुर कोयले का कलरीमान ६,५४० कलरी है। इस क्षेत्र के कोयले की संचिति २४०० लाख टन कूती गयी है।

धुगुस-तेलवासा कोयला-क्षेत्र—तेलवासा के आमने-सामने जुनारा में कोयला पाया गया है। तेलवासा में वार्धा नदी के पूर्वी तट पर प्रायः ५९ फुट मोटाई का कोयले

का एक स्तर पाया गया है। तेलवासा की एक नदी खोदाई में तल के १२५ फुट की गहराई में तीन स्तर ८ फुट, २१ फुट और १३ फुट मोटाई के पाये गये हैं जिनका कोयला निकाला जा सकता है। १३ फुट मोटाई वाला कोयला सर्वोत्कृष्ट कोयला है। घुगुस में ३७ फुट और ३३ फुट मोटाई के दो स्तर पाये गये हैं। घुगुस के कोयले का कलरी-मान ६१०० से ७००० कलरी है। कोयले में जल की मात्रा ऊँची है और यह कोयला शोक करनेवाला नहीं है। इस क्षेत्र में प्रायः १५००० लाख टन कोयले का अनुमान है। घुगुस का मोटा स्तर दूर तक दक्षिण में जाता है और कहीं तक जाता है इसका ठीक पता नहीं लगा है। ऐसा समझा जाता है कि यहाँ का कोयला लगभग १०० वर्गमील तक फैला हुआ है।

चाँदा कोयला-क्षेत्र—चाँदा नगर के पूर्व में महाकाली खान में ८१ फुट की गहराई में १९ फुट मोटा स्तर और १२० फुट की गहराई में २६ फुट मोटा स्तर पाया गया है। ऐसा समझा जाता है इस क्षेत्र में चट्टानों में बहुत कुछ कोयला छिपा हुआ है।

बल्लरपुर कोयला-क्षेत्र—सल्टी के निकट खोदाई में ६२ फुट पर ३२ फुट मोटे एक स्तर का और १२० फुट पर २६ फुट मोटे दूसरे स्तर का पता लगा है। बल्लरपुर कोयले का कलरी-मान ६००० और ६,४०० कलरी है। यहाँ के कोयले की संचिति ४०० लाख टन कूनी गयी है पर यदि सब क्षेत्रों को मिला लें तो संचिति २०००० लाख टन तक हो सकती है।

प्रान्तीय गोदावरी घाटी कोयला क्षेत्र

गोंडवाना स्तर बाघी घाटी होता हुआ हैदराबाद होकर मद्रास तक बला जाता है। यहाँ प्रायः ४५०० वर्ग मील में यह फैला हुआ है। इनमें २०० वर्गमील मध्यप्रदेश में, ६०० वर्गमील मद्रास में और शेष ३,७०० वर्गमील हैदराबाद में है। यहाँ के कोयला-क्षेत्रों को दो समूहों में बाँट सकते हैं। एक समूह हैदराबाद की खानें हैं और दूसरा समूह मद्रास की खानें हैं।

हैदराबाद (दक्खिन) की खानें

मल्टी-क्षेत्र—यह क्षेत्र प्रायः २०० वर्ग मील में बाघी नदी के पच्छिम सल्टी के दक्षिण-पूर्व में फैला हुआ है। मल्टी के निकट ५० फुट कोयला मान्य होता है। मल्टी में मोटाई से ७८ फुट की गहराई पर २७ फुट का स्तर पाया गया है। यहाँ का अधिमान कोयला बटोर अच्छा कोयला है। पालनी में ६० फुट स्तर का पता लगा है। यहाँ के कोयले का कलरी-मान ६१७५ कलरी के लगभग है।

अन्तरगाँव-अबबरपुर कोयला-क्षेत्र—तापी घाट के दक्षिण अन्तरगाँव के निकट में ६ फुट का स्तर पाया गया है। यहाँ के कोयले में २० प्रतिशत के गन्धिवट राश को

मात्रा है। अन्तरगांव के पच्छिम में और अन्तर श्रेणी में ५ फुट स्तर की मेहराब से कोयले की बनावट है।

तन्दुर कोयला-क्षेत्र—तन्दुर होकर बेलमपल्ली रेलवे स्टेशन के पूर्व तक कोयला फैला हुआ है। अरेगुरा के निकट १५ फुट मोटा कोयले का स्तर है। इसमें जल की मात्रा ९.४ प्रतिशत और राख की मात्रा १२.२ प्रतिशत पायी गयी है। दो स्तर ऐसे यहाँ पाये गये हैं जिनसे कोयला निकाला जा सकता है। इन स्तरों की मोटाई विभिन्न है। कोयले का कलरी-मान ६,४६० कलरी है। इसके आस-पास और भी कोयला पाये जाने की सम्भावना है। तन्दुर और गोदावरी नदी के बीच १०० वर्गमील में कोयला पाये जाने की आशा है।

चिन्नुर क्षेत्र—चिन्नुर में कोयला पाया गया है। बराकर श्रेणी के कोयले ४० मील में फैले हुए हैं। इसके अतिरिक्त अन्य कोयले भी पाये जाते हैं। इनसे कोयला अभी निकाला नहीं जाता।

करलपल्ली कोयला-क्षेत्र—करलपल्ली नदी में बराकर चट्टानें पायी जाती हैं। यहाँ प्रायः १०५६ एकड़ में कोयले की खान है। यहाँ कोयले के दो स्तर, ९ फुट और ६ फुट मोटे हैं। इन दोनों स्तरों में ३७.५ लाख टन कोयले का अनुमान है।

बन्नाला-अल्ला पाली-क्षेत्र—इस क्षेत्र के कोयले का स्तर ६ फुट मोटा है। यह क्षेत्र यत्र-तत्र फैला हुआ है। इस क्षेत्र के अनुसन्धान की आवश्यकता है।

लिकाला क्षेत्र—यहाँ कोयले के ४ स्तर पाये गये हैं। ये जैसे-जैसे पच्छिम की ओर बढ़ते हैं नीचे झुकते जाते हैं। इनमें दो स्तर २ फुट, एक स्तर ५ फुट और एक स्तर २ फुट मोटा है।

सिगरेनी कोयला-क्षेत्र—इस क्षेत्र में अघर गोंडवाना चट्टान की उपस्थिति देखी जाती है। यह १९ वर्ग मील में, प्रायः ११ मील लम्बा और दो मील चौड़ा है। सोदाई से कोयले के ४ स्तरों का पता लगा है। ऊपरी स्तर ६ फुट मोटा है और इसका कोयला उत्तम कोटि का है। दूसरे दो स्तर पतले हैं। पेंदे का स्तर ३६ फुट मोटा है। इस मोटे स्तर के नीचे भी छः स्तर कोयले के हैं जिनमें पेंदे के ऊपर का स्तर ६ से ७ फुट मोटा और सर्वोत्तम कोटि का है। इसमें जल की मात्रा ७ प्रतिशत और राख की मात्रा ११ प्रतिशत है। इसका कलरी-मान लगभग ६००० कलरी है। यहाँ की संचिति ३६० लाख टन ऐसे कोयले की है जो निकाली जा सकती है।

कोट्टा-कुदेम कोयला-क्षेत्र—सिगरेनी कोयले की खानों से यह २४ मील पूर्व में है। करीब ४०० फुट गहराई में कोयले के स्तर पाये गये हैं।

कन्नेगिरि कोयला-क्षेत्र—यहाँ बराकर चट्टानें पायी गयी हैं। पर कोयले के

लिए यहाँ खोदाई नहीं हुई है। यहाँ से १० मील की दूरी पर ही उत्तर की ओर कोटाकु-देम कोयला-क्षेत्र में कोयला पाया गया है।

दमार चेर्ला-क्षेत्र—इस क्षेत्र में खोदाई से कोयले के ३ स्तर पाये गये हैं। सबसे निचला स्तर ३१४ फुट की गहराई में ६ फुट मोटा आभाजनक प्रतीत होता है।

वेदादानुक्षेत्र—यहाँ १८८ फुट की गहराई की खोदाई में ४ पतले स्तर पाये गये हैं। इनमें एक स्तर ४३ फुट मोटा है। यहाँ के क्षेत्र का ठीक-ठीक अन्वेषण अभी नहीं हुआ है। क्षेत्र के ठीक-ठीक पता पाने के लिए प्रायः १५०० फुट गहराई तक खोदाई की आवश्यकता है।

मद्रास राज्य में गोंडवाना कोयला-क्षेत्र

धराकर कोयले मद्रास राज्य के पूर्वी गोदावरी जिले में पाये जाते हैं। लिगाला, बद्राचेल्लम और वेदादानोल स्थानों में पाये जाते हैं। ये सब स्थान हैदराबाद राज्य की सीमा के पास हैं। लिगाला में ४ स्तर पाये गये हैं जिनमें ३ दो-दो फुट मोटे और एक ५ फुट मोटा है। पाँच फुट मोटा स्तर नदी के बीच में है। यह कोयला-क्षेत्र प्रायः ५ वर्ग मील में फैला हुआ है। यहाँ का कोयला काम का है। हैदराबाद राज्य के दरमचेर्ला क्षेत्र के सामने मँगन परम क्षेत्र है जहाँ उत्कृष्ट कोटि के कोयले का स्तर पाया गया है। इसकी औसत मोटाई ५३ फुट है। यह क्षेत्र प्रायः १० वर्ग मील में फैला हुआ है। इसकी संचिति का अनुमान २४० लाख टन लगाया गया है। १९ वी सदी के अन्त में यहाँ से कई हजार टन कोयला निकाला गया था।

उत्तर प्रदेश के कोयला-क्षेत्र

दक्खिन रोवां का सिंगरीली कोयला-क्षेत्र उत्तर प्रदेश के मिर्जापुर जिले तक पूर्व में फैला हुआ है। इसी क्षेत्र में कोटा नामक कोयला-क्षेत्र है जहाँ अनेक पतले-पतले स्तर कोयले के पाये गये हैं। इनमें २ या ३ स्तर उत्कृष्ट कोटि के कोयले के हैं जो निकाले जा सकते हैं। अन्य स्तर निकृष्ट कोटि के हैं। इस क्षेत्र में जो खोदाई और पर्यवेक्षण हुए हैं उनसे पता लगता है कि कोयले उत्कृष्ट कोटि के हैं।

तृतीयक कोयला-क्षेत्र

तृतीयक कोयला-क्षेत्रों से भारत के समस्त कोयले का केवल २ प्रतिशत कोयला निकलता है पर ये कोयले उन स्थानों के लिए महत्व के हैं जहाँ से ये कोयले निकलते हैं, क्योंकि यही कोयले उन स्थानों में काम आते हैं। ऐसे कोयले आसाम, राजपूताना, कश्मीर और मद्रास में हैं।

तृतीयक कोयले अपेक्षया आधुनिक है। ये कोयले इतने आधुनिक हैं कि साधारणतया लिग्नाइट ही तक ये बने रहते पर ऊँचे दबाव के कारण ये विटुमिनी अवस्था तक पहुँच गये हैं। कश्मीर का तृतीयक कोयला तो अंग्रेसाइट अवस्था तक पहुँच गया है।

तृतीयक कोयले में गन्धक की मात्रा अधिक, ३ से ८ प्रतिशत रहती है। यह गन्धक कुछ तो कार्बनिक गन्धक के रूप में और कुछ पाइराइटीज (माक्षिक) और सल्फेट के रूप में रहता है। माक्षिक डेले के रूप में स्तरों में और कोयले में मूक्षमता से बिखरे हुए रूप में भी पाया जाता है। ऐसे कोयले आक्सीकृत होते हैं और सरलता से टूटकर "स्टैक"* बनते हैं। इनमें स्वतः आग लगने की संभावना रहती है।

आसाम

आसाम में दो श्रेणियाँ हैं। एक उत्तर आसाम के बँरेल में और दूसरी पच्छिम आसाम के जैन्तिया में। बँरेल के क्षेत्र उत्तर प्रादिनूतन युग के और जैन्तिया के क्षेत्र अधर प्रादिनूतन युग के हैं। आसाम के जिन क्षेत्रों से कोयला निकाला जाता है उन्हें हम तीन मण्डलों—ऊपरी मण्डल, मध्य मण्डल और निचले मण्डलों—में बाँटते हैं।

ऊपरी मण्डल में उत्तर आसाम के कोयला-क्षेत्र हैं। ये उत्तर प्रादिनूतन युग के हैं और सम्भवतः अधर आदिनूतन युग तक चले जाते हैं।

मध्य मण्डल में खासी और जैन्तिया पहाड़ियों के पतले स्तर हैं। ये अधर प्रादिनूतन युग के हैं।

निचले मण्डल में गारो, खासी, जैन्तिया और मिकिर पहाड़ियों के पतले अन्तरित स्तर हैं। इन कोयलों के विश्लेषण ऊपर दिये गये हैं। यदि इन कोयलों से गन्धक निकाल दिया जा सके तो कोयले की उत्कृष्टता बढ़ जायगी और साथ ही गन्धक की भी प्राप्ति होगी जिसका अभाव भारत में बहुत अधिक है। गन्धक के लिए भारत को विदेशों पर निर्भर रहना पड़ता है।

उत्तर आसाम के कोयला-क्षेत्र

नामफुक-नामचिक कोयला-क्षेत्र—नामफुक के दक्खिन पहाड़ियों में कोयले के स्तर पाये जाते हैं। नामचिक नदी के समीप तल से ३६० फुट की गहराई में ६० फुट का कोयला-स्तर पाया गया है। इसमें २६ फुट का स्तर सर्वोत्कृष्ट कोटि का है। कोयले का नीचे की ओर अत्यधिक झुकाव (डिप स्टीप) है।

*टैर जो १०८ घनफुट के बराबर हो, कोयला नापने की इकाई।

माधुन कोयला-क्षेत्र—तिराप नदी के दक्खिन-पच्छिम में लखीमपुर और शिव-सागर जिलों की दक्खिनी सीमा पर यह कोयला-क्षेत्र है। यह अच्छी किस्म का लिग्नाइट है। कोयले का स्तर १५ से ६० फुट तक पाया गया है। कई और पतले स्तर हैं। यहाँ भी कोयले का नीचे की ओर अधिक झुकाव (डिप स्लोप) है।

जयपुर कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला २० मील तक फैला हुआ है। पूर्व की ओर इसका dip steep है। डिसांग नदी खंड में प्रायः ४५ फुट कोयले ६ स्तरों में पाये गये हैं।

नखीरा कोयला-क्षेत्र—यहाँ का कोयला प्रायः १६ मील तक फैला हुआ है। दक्खिन-पूर्व की ओर इसका (dip steep) होता जाता है। यहाँ कोयले के कई स्तर हैं जिनमें पाँच स्तरों से कोयला निकाला जा सकता है। ये पाँच स्तर प्रायः ७० फुट मोटे हैं। अन्य कोयला-क्षेत्र जांजी और डिसाई, नखीरा कोयला क्षेत्र के दक्खिन-पच्छिम में क्रमशः ८ मील और २० मील की दूरी पर हैं।

मिकिर पहाड़ी के कोयला-क्षेत्र

मिकिर पहाड़ियों में कई स्थलों पर २० फुट तक मोटे कोयले के स्तर पाये गये हैं। पर यहाँ का कोयला आसाम के अन्य कोयलों से निकृष्ट कोटि का है। लंगलोई पहाड़ी में १२ फुट का स्तर, डिसोमा नदी में ३ से ४ फुट के दो स्तर, नम्बोर और डोइप्रुंग नदियों में ३-७ फुट मोटे निकृष्ट कोटि के स्तर पाये गये हैं। ये स्तर अंधर प्रादिनूतन युग के हैं।

खासी और जैन्तिया पहाड़ी

चेरापुंजी के आसपास प्रादिनूतन युग के कोयले अनेक स्थलों पर पाये जाते हैं। ये रांगासानोवा, लैट्रिनब्यू और माओ लौंग में हैं। जैन्तिया पहाड़ी के अनवी और लाका डोग में भी हैं। यहाँ के कोयले कोक बननेवाले उत्कृष्ट कोटि के हैं। राख की मात्रा ५ से २० प्रतिशत रहती है। गंधक कुछ अधिक रहता है पर कलरोमान ६५०० से ७७५० कलरी के बीच रहता है। खासी पहाड़ी के निचले मण्डल के कोयले में रेतन के बिन्दु पाये गये हैं। पर ऊपरी मण्डल के कोयले निकृष्ट कोटि के हैं। जल की मात्रा अधिक होने के कारण ये कोयले कोक नहीं बनते अथवा बहुत कम बनते हैं।

गारो पहाड़ी के कोयला-क्षेत्र

सबसे निचले प्रादिनूतन युग के कोयले यहाँ के कोयला-क्षेत्रों में पाये जाते हैं।

कैलाश शिखर के निचले ढाल पर सिमसाग घाटी के पूर्व में बलजोंग, डोर्गारिंग और वैमोंग के कोयला-क्षेत्र हैं। बलजोंग क्षेत्र में दो स्तर पाये गये हैं। ऊपर वाला स्तर ३½ फुट मोटा और २०० फुट नीचे वाला स्तर करीब ६ फुट मोटा है। दोनों स्तर के कोयले उत्कृष्ट कोटि के हैं। डोर्गारिंग क्षेत्र में नीचे वाला स्तर ६ से ९ फुट मोटा है। वैमोंग कोयला क्षेत्र में ३ स्तर हैं। ऊपर का स्तर ४½ फुट मोटा, बीच का प्रायः २ फुट मोटा और नीचे का ५ फुट तक मोटा है। ये सब कोयले उत्कृष्ट कोटि के हैं। इन क्षेत्रों के उत्तर में तुरा पहाड़ी के दक्खिन और महत्त्व के दो स्तर पाये गये हैं। ये बहुत अधिक गहुराई में नहीं हैं। पर बहुत दूर तक पहाड़ियों में फैले हुए हैं। यहाँ के नमूने से मालूम होता है कि ये उत्कृष्ट कोटि के हैं। तुरा पहाड़ी के उत्तर में सिमसाग घाटी में बरांग गिरि और रोंग्रेन गिरि के आरा-वास भी कोयले पाये गये हैं जो खानों से निकाले जा सकते हैं।

राजपूताना

पलान कोयला-क्षेत्र—बीकानेर से १३ मील दक्खिन-पच्छिम में रेतीली मरु-भूमि में प्रादिनूतन नाणकाइन चूने-पत्थरों के नीचे लियनाइट कोयले पाये गये हैं। इनकी कुल मोटाई २० फुट तक जाती है। यहाँ के कोयले में जल की मात्रा अधिक २० से ३० प्रतिशत पायी गयी है। वाष्पशील अंश ऊँचा और कलरीमान नीचा पाया गया है। सूखने पर कोयला टूटता है। इसमें स्वतः आग लगने की संभावना रहती है। इसकी इष्टका बनाकर इस्तेमाल कर सकते हैं।

जोधपुर के उत्तर-पच्छिमी भाग में शिव के प्रायः ४० मील पच्छिम में ३३० फुट की गहुराई के एक कुएं में प्रायः १० फुट मोटाई का लियनाइट का एक स्तर पाया गया है।

हिमालय

मड़ी के दक्खिन भाग में कोयले का एक स्तर पाया गया है। इस कोयले में मासिक की ग्रनिकाएँ पायी गयी हैं। इस मासिक से गन्धक प्राप्त हो सकता है। बिलासपुर के देहलाग में कोयले के २ फुट के स्तर पाये गये हैं। सूखे कोयले के विश्लेषण से स्पायी कार्बन ६० प्रतिशत, राख २९ प्रतिशत और वाष्पशील अंश ११ प्रतिशत पाया गया है।

कश्मीर

कश्मीर के दक्खिन-पच्छिम किनारे के पास हिमालय की तराई की पहाड़ियों में अघर प्रादिनूतन युग का कोयला पाया गया है। इन क्षेत्रों का विस्तार से अध्ययन

हुआ है। कुछ स्थानों के कोयले के स्तर ऐसे हैं कि उनसे कोयला निकाला जा सकता है। ये कोयले अच्छी किस्म के भी हैं। पर परिवहन की सुविधा नहीं है क्योंकि स्थान पहाड़ी है और निकट में रेलवे नहीं है। ये कोयला-क्षेत्र चनाव नदी के दोनों तटों पर जम्मू प्रान्त के रियासती जिले में हैं।

जम्मू की कोयले की खानों को हम तीन समूहों में बांट सकते हैं। एक समूह चनाव नदी के पच्छिम में है। यह प्रमुख समूह है। इस समूह में कालकोट, भेटका, महोगला, चकर और डांडली कोयला-क्षेत्र हैं। दूसरा समूह उत्तर में है। इसमें धनताल और सवाल कोट की खानें हैं। तीसरा समूह चनाव के पूरब में है। इसमें लड्डा और अन्य कोयला-क्षेत्र हैं।

कश्मीर में तृतीयक कोयले के दो कोयला-क्षेत्र पाये गये हैं—ऊपर के कोयला-क्षेत्र और नीचे के कोयला-क्षेत्र। नीचे के कोयला-क्षेत्र बीन्साइट से मिले हुए हैं। इन क्षेत्रों के अधिक कोयले अंग्रासाइट किस्म के हैं। शुद्ध अंग्रासाइट और बिटुमिनी कोयले के बीच के ये कोयले हैं। ये बहुत अंश में कोक बननेवाले कोयले हैं।

मद्रास

दक्षिण आर्कोट जिले के कुड्डालोर क्षेत्र में महत्त्व के लिगनाइट के निक्षेप पाये गये हैं। भारत के मोमिकी-आपरीक्षण विभाग ने इन क्षेत्रों का परीक्षण किया है। बृद्धाचलम और कुड्डालोर तालुकों के बीच के स्थानों में खोदाई हुई है। दक्षिण रेलवे के कुड्डालोर-बृद्धाचलम शाखा के नेववली रेलवे स्टेशन के आस-पास ४ से ५ मील तक फैला हुआ है। खोदाई से पता लगता है कि ५२ वर्गमील में यह कोयला-क्षेत्र फैला हुआ है जिसके लगभग २३ वर्गमील में लिगनाइट के स्तर हैं जिनकी मोटाई १०॥ फुट से लेकर ५१ फुट तक है। स्तर की औसत मोटाई करीब २२ फुट है। अधिभार (Over burden) की मोटाई १६३.२ फुट है। अधिभार और लिगनाइट का महत्तम अनुपात २४.१ : १; लघुतम अनुपात ४.५ : १ और औसत अनुपात ८.८ : १ है।

यहाँ के अनेक नमूनों का विश्लेषण हुआ है। विश्लेषण से पता लगता है कि कोयला बहुत अच्छी किस्म का है। इनके औसत कलरी-मान ९,००० बि० डि० यू० है और ५० प्रतिशत से अधिक कोयले का कलरी-मान ९,५०० बि० डि० यू० के ऊपर है। औसत जल की मात्रा १४ प्रतिशत, वाष्पशील अंश ४३ प्रतिशत और स्थायी कार्बन ३५ प्रतिशत है। रास अपेक्षया कम है। फास्फोरम की मात्रा नगण्य और गंधक की औसत मात्रा १ प्रतिशत से कम। यहाँ की समस्त संचिनि ४९८० लाख टन खूनी गयी है।

अठारहवाँ अध्याय

भारत में कोयले का व्यवसाय

भारत में कोयले का ज्ञान बहुत प्राचीन है और उसका उपयोग बहुत दिनों से होता आ रहा है। कब से कोयले का उपयोग शुरू हुआ, इसका ठीक-ठीक पता हमें नहीं लगता पर खानों से कोयले निकालने का काम और कोयले का व्यापार अपेक्षा आधुनिक है और अंग्रेजों के भारत आने पर ही शुरू हुआ। उद्योग-धन्धों और घरेलू ईंधन के रूप में सार्वजनिक रूप से कोयले का उपयोग भी आधुनिक युग में ही अंग्रेजों के आने के बाद ही शुरू हुआ।

इंग्लैंड में कोयले का उपयोग अपेक्षा अधिक प्राचीन है। तृतीय हेनरी के राज्यकाल में सन् १२३९ ई० में कोयला निकालने का लाइसेंस पहले-महल दिया गया था। सन् १३०६ ई० में लण्डन में कोयले के उपयोग की निषेधाज्ञा जारी की गयी थी। पर सन् १३२५ ई० में फ्रांस और इंग्लैंड के बीच कोयले का व्यापार शुरू हुआ। कोयला इंग्लैंड से फ्रांस जाता था और उसके स्थान में फ्रांस से अनाज आता था। इसी समय में न्यू कैसल नामक स्थान कोयला-क्षेत्र के लिए प्रसिद्ध हो गया। यहाँ से ही कोयला जहाजों पर लाद कर लण्डन और अन्य बन्दरगाहों, फ्रांस, हालैंड और जर्मनी जाता था। इसके बाद इंग्लैंड के अनेक स्थलों में कोयला पाया गया और न्यू कैसल का महत्त्व तब धीरे-धीरे कम होने लगा। अन्य क्षेत्रों से अब कोयला बाहर जाने लगा। सन् १७७६ ई० तक इंग्लैंड के ब्लीथ (Blyth), हार्टले (Hartley) और डरहम (Durham) के कोयला-क्षेत्र प्रसिद्ध हो गये और यहाँ की खानों से कोयला बाहर जाने लगा।

जब अंग्रेज भारत आये तब वे कोयले के उपयोग के आदी थे और उसकी खोज करने लगे। प्रारम्भ में तो वे अपने कामों के लिए कोयला इंग्लैंड से भेगते रहे पर वह महंगा पड़ता था, इससे भारत में कोयले के उत्पादन की बात सोची जाने लगी। वारेन हेस्टिग्स ने सन् १७७४ ई० में ईस्ट इन्डिया कम्पनी के दो व्यक्तियों, ग्रैंट हीटले (Grant Heatley) और जोन समर (John Summer) को खानों में कोयला निकालने का लाइसेंस दिया। ग्रैंट हीटले ने वीरभूम जिले में कोयले

भारत सरकार ने जोन्स की खानों से कोयला निकालने के लिए ४००० पाउण्ड पेशगी दी पर जोन्स को कोयला निकालने में सफलता नहीं मिली। कलकत्ते की कुछ अन्य कम्पनियों ने रानीगञ्ज खानों से कोयला निकालने के लिए सन् १८२० ई० में एक अलग कम्पनी बनायी। सन् १८३९ में ३६,००० टन कोयला इन खानों से निकला था। सन् १९५४ ई० में ईस्ट इन्डिया कम्पनी ने कोयला निकालने का काम शुरू किया। धीरे-धीरे कोयला निकालने की तायाद बढ़ती गयी। सन् १८५७-५८ ई० में भारत की खानों से २९३,४४३ टन कोयला निकला और उसी वर्ष ९२,९८३ टन कोयला बाहर से आया था। कलकत्ते में जब चटकल (जूट के कारखाने) खुले तब कोयले की माँग बहुत बढ़ गयी और कोयले का व्यवसाय चमक उठा। निम्न आँकड़ों से कोयले के उत्पादन और इसके व्यापार की वृद्धि का कुछ पता लगता है।

वर्ष	मात्रा टन में	समस्त मूल्य रु०	प्रतिटन मूल्य खानों पर रु० आ० पा०
१८६८	४५९,४०८	—	—
१८७८	९२५,४९४	—	—
१८९८	४,६०८,१९६	—	—
१९०४	८,३४८,५६१	—	—
१९०६	९,७८३,२५०	—	—
१९२९	२३,४१८,७३४	८,९३,५९,१२४	३-१४-०
१९३०	२३,८०३,०४८	९,२६,२५,३२३	३-१४-०
१९३१	२२,७१६,४३५	८,२६,९८,३६४	३-१३-०
१९३२	२०,१५३,३८७	६,८०,९१,८०४	३-६-०
१९३३	१९,७८९,१६३	६,११,७७,७३९	३-२-०
१९३४	२२,०५७,४४७	६,३०,६०,९५१	२-१४-०
१९३५	२३,०१६,६९५	६,५२,२०,८४०	२-१३-०
१९३६	२२,६१०,८२१	६,२४,९८,४०४	२-१२-०
१९३७	२५,०३६,३८६	७,८१,०२,४३९	३-२-०
१९३८	२८,३४२,९०६	१०,६४,२३,८३५	३-१२-०
१९३९	२७,७६९,११२	९,८७,२३,९१६	३-९-०
१९४०	२९,३८८,४९४	१०,५१,६५,२३२	३-९-०

भारत में कोयले का व्यवसाय

२०१

२९,४६३,७४२	१०,७६,७९,०१४	३-१०-०
२९,४३३,२५३	१३,०९,०५,०६४	४-७-०
२५,५११,९०९	१६,९५,०७,३२९	६-१०-०
२६,१२६,६७६	२७,२३,९२,१३१	१२-१२-६
२९,१६७,१५२	३२,८०,९९,००८	१४-३-४
२९,७६६,०१८	३५,७३,८७,७१३	१२-०-०
३०,१४४,५०५	४३,८९,७९,३५४	१४-९-०
३०,१२४,१७५	४५,१८,६२,६२५	१५-०-०
३१,६९५,३७५	४७,०९,३०,६२५	१५-०-०
३२,२९६,७२४	४६,६६,७६,७३७	१४-७-०
३४,४३२,३९६	५०,५७,२५,८१६	१४-११-०
३६,३०३,५८९	५३,५४,७७,९३८	१४-१२-०
३५,९८०,४०८	५२,८४,६२,२४२	१४-११-०
३६,८८३,५४२	५३,९४,२१,७८९	१४-१०-०
३८,२२५,९५९	५२,४१,८१,८२२	१४-११-०

से कितना कोयला निकलता है इसका कुछ अनुमान निम्न आंकड़ों से

प्रान्त	कोयले का उत्पादन टन में	
	१९४०	१९४६
र जंन्तिया हिल के	२७७,४४०	३४९,५१६
ज के साथ-साथ)	१८,८८९	१९६,६३८
	८,४५३,०८३	६,९५३,९६९
	१५,३४४,९९२	१७,३३३,१५२
	३३३,३०५	५२०,७३८
	१,८०६,३१३	१,५७०,३८९
तस्ती	१,६०५,००९	१,४३०,७७४
ज के साथ-साथ)	६२,६६०	९६,०७७
	१९५,६१०	१९२,७०६
वीकानेर)	४०,५८८	५६,६६४

किस राज्य से कितना कोयला सन् १९४७ से १९५५ तक निकला

उत्पादन टन में है

वर्ष	आसाम	बिहार	उड़ीसा	पच्छिम बंगाल	मध्यप्रदेश
१९४७	३५५,००१	१७,३१८,१६५	४३१,७४२	७,६४६,३५७	२,५९०,४११
१९४८	३५८,०५०	१६,३४५,२४९	४२३,१०३	८,१२९,५४१	३,००५,१३५
१९४९	३८६,१०२	१७,३४१,७९२	३९७,६४३	८,८०३,८१३	२,९४३,०४०
१९५०	३९२,८०६	१७,४९०,७३०	३७५,७६४	८,९७०,८२३	३,०४०,३५०
१९५१	४६६,०५९	१८,५८८,३००	४८१,८१५	९,६४५,५६६	३,२०२,६१९
१९५२	४९३,१८९	१९,२८६,२९८	४५९,४३३	१०,३३८,३७७	३,४४९,०७७
१९५३	४८३,१७३	१९,०११,८६४	४८९,९६८	१०,२२६,२०६	३,५२३,७६९
१९५४	४९५,५३०	१९,१५६,६१३	५२६,४८६	१०,६०३,०२९	३,६१६,५४८
१९५५	५४२,९६७	१९,४२३,६१८	५५२,३७०	११,३३७,८३८	३,७३९,१९९

कोयले का उत्पादन (प्रमाणित)

उत्पादन टन में है

वर्ष	हैदराबाद	राजस्थान	विन्ध्यप्रदेश	कश्मीर	कच्छ	समस्त
१९४७	१,१६३,०७७	६२,०९९	५६९,०२६	८,६२७	—	३०,१४४,५०५
१९४८	१,०६९,५३७	७२,३७१	७२०,६९७	४९५	—	३०,१२४,१७५
१९४९	१,०९२,४३६	६७,३६५	६६०,९८०	२,२०४	—	३१,६९५,३७५
१९५०	१,२१३,८०३	२०,२०३	७९२,१६४	११	७०	३२,२९६,७२४
१९५१	१,२६९,२४०	३३,०७६	७४३,८४७	१,८७४	—	३४,४३२,३९६
१९५२	१,४३४,१९४	४५,१३३	७९६,१६४	१,७२४	—	३६,३०३,५८९
१९५३	१,३३१,१४३	३४,४३३	८७८,६११	१,२४१	—	३५,९८०,४०८
१९५४	१,५०१,४९२	२९,६१५	९५१,४९७	२,७३२	—	३६,८८३,५४२
१९५५	१,५४०,५७१	२८,९४४	१,०६०,४५२	—	—	३८,२२५,९५९

प्रारम्भ में कोयले के व्यवसाय में कमी इस कारण थी कि कोयले के ढोने के लिए रेल के डब्बे पर्याप्त मात्रा में मिलते नहीं थे। सन् १८८५ ई० में कोयले की ९५ खानें थीं जिनमें केवल बंगाल में ९० खानें थीं (उस समय बिहार भी बंगाल में ही सम्मिलित था)। सन् १९०० में खानों की संख्या २८६ थी जिनमें २७१ खानें केवल बंगाल में थीं। सन् १९०६ में खानों की संख्या ३०७ हो गयी जिनमें केवल बंगाल में २७४ खानें थी। सन् १९५५ में खानों की संख्या ८५३ हो गयी जिनमें ४८४ ऐसी खानें हैं जिनमें यन्त्रों से काम होता है और शेष ३६९ ऐसी खानें हैं जिनमें केवल हाथों से काम होता है। विभिन्न राज्यों में खानों की संख्या इस प्रकार है—

आसाम	१६
पश्चिमी बंगाल	२२२
बिहार	५४०
मध्यप्रदेश	५१
उड़ीसा	६
विन्ध्यप्रदेश	१३
हृदरावाद	४
राजस्थान	१

इन खानों में सन् १९५५ में ३४७,९८० व्यक्ति काम करते थे जिनमें पुरुष ३००,३२६ और स्त्रियाँ ४७,६५४ थी। इनमें १८७,४०६ खानों के अन्दर और शेष खानों के बाहर काम करते थे। स्त्रियों के लिए खानों के अन्दर नीचे काम करना वर्जित है। बालकों के लिए भी खानों में काम करना वर्जित है।

सन् १९५५ में भारत में करीब ४९५ जायण्ट स्टॉक कोयला कम्पनियाँ थीं। इनकी परिदत्त पूंजी लगभग २२.७३ करोड़ की है। इनमें से १३ आसाम में, २४ बिहार में, ११ बम्बई में, ६ मध्यप्रदेश में, ४३८ पश्चिम बंगाल में, १ हृदरावाद में, ३ विन्ध्यप्रदेश में और १ उड़ीसा में है। इन कम्पनियों द्वारा समस्त कोयले का प्रायः तीन-चतुर्थांश उत्पादन होता है। शेष कोयला निजी खानों से छोटे-छोटे अनेक फार्मों के द्वारा निकाला जाता है।

रानीगंज का कोयला-क्षेत्र पहले सबसे बड़ा था। यहाँ की खानों से ही सबसे अधिक कोयला निकलता था। सन् १९०० में ६१.२ लाख टन रामस्त कोयले का २५.५ लाख टन केवल रानीगंज की खानों से निकला था। पर सन् १९०६ से स्थिति बदल गयी है। अब झरिया की खानों से सबसे अधिक कोयला निकलने लगा है।

पूर्व में भारत की खानों से वार्षिक उत्पादन के जो वक्र दिये हुए हैं उनसे यह बात बिलकुल स्पष्ट हो जाती है।

भारत के कोयले का अधिक अंश, प्रायः ९८ प्रतिशत, भारत में ही खर्च होता है। कोयले का बहुत थोड़ा अंश देश से बाहर जाता है। देश में जो कोयला खपता है उसका अधिक अंश भारतीय रेलों में खर्च होता है। उसके बाद धातु-निर्माण का स्थान है। वस्त्र-व्यवसाय, घरेलू ईंधन, बिजली उत्पादन और अन्य उद्योग-धन्यों में कोयला खर्च होता है। भारत में कोयले का उत्पादन सन् १९५५ में प्रायः ३८३.३ लाख टन हुआ था जिसका मूल्य ५६०३ लाख रुपया होता है। इस वर्ष बाहर से केवल २१६० टन कोयला आया था। भारत में जो कोयला खपता है उसकी खपत विभिन्न मर्दानों में किस तरह हुई, इसका पता निम्नांकित आंकड़ों से लगता है। ये आंकड़े सन् १९५५ के हैं जो भारत सरकार द्वारा प्रकाशित रिपोर्ट से लिये गये हैं।

कोयले और कोक के उपभोगिता कोयले और कोक की मात्रा समस्त खपत की प्रतिशतता

(१) परिवहन

रेलवे	१२,२९२,१३६	३६.८
पोर्ट ट्रस्ट रेलवे	१४५,९५६	०.४
ट्रामवे	४१७	—
भीतरी स्टीमर सर्विस	२६०,०८८	०.८
छोटे-छोटे स्टीमर सर्विस	१९,१३१	०.१
भारतीय कोष्ठक (bunker)	२४२,३६९	०.७

(२) वस्त्र-व्यवसाय

पुतलीघर	१,७२९,२८१	५.२
चटकल (जूटमिल)	४७३,४१९	१.४
ऊन मिल	४१,५६०	०.१
रेसाम कारखाने	१२१,१२४	०.४

(३) धातु-निर्माण

लोहा और इस्पात के कारखाने	३,५५४,६१५	१०.७
ताँबे के कारखाने	४३,८३४	०.१
लोहे के सामान बनाने के कारखाने	१०७,७९३	०.३

कोयले और कोक के उपभोक्ता कोयले और कोक की मात्रा समस्त खपत की प्रतिशतता

(४) अघातु खनिज उत्पादन

ईट की भट्ठियाँ	१,५५८,६८३	४.७
उष्ण-सह निर्माण की भट्ठियाँ	८२,६७५	०.२
काँच-भट्ठियाँ	२१२,७१५	०.६
ग्रेन-भट्ठियाँ	१००,९४९	०.३
सीमेन्ट भट्ठियाँ	१,५६५,४४०	४.७
खूना-भट्ठियाँ	१४०,६११	०.४

(५) रासायनिक उत्पाद

रासायनिक उद्योग-बन्धे	२६६,७९८	०.८
वनस्पति कारखाने	२६८,४२१	०.८
दियासलाई, साबुन और अफीम के कारखाने	१६,४८६	—

(६) कृषि और कृषि सम्बन्धी कार्य

७२३,०४२ २.१

जिसमें चाय-बगीचे, दुग्धशाला, रुई से विनोला निकालने के कार्य भी सम्मिलित हैं।

(७) खाद्य-निर्माण

खाद्य-उत्पाद, धीनी, बरफ और स्टाच के कारखाने।	४१०,६४४	१.३
--	---------	-----

(८) मद्य के कारखाने (डिस्टिलरी)

९२,२०८ ०.३

(९) कागज के कारखाने

५८३,३७२ १.७

(१०) तम्बाकू के कारखाने

१०३,३५१ ०.३

(११) इजीनियरिंग के कारखाने

३३६,९९८ १.१

(१२) विजली कम्पनियाँ और गैस कारखाने

(१३) म्युनिसिपैल्टियाँ

कोयले और कोक के उपभोगता कोयले और कोक की मात्रा समस्त खपत की प्रतिशतता

(१४) अन्य कारखाने जैसे तेल क्षेत्र, अन्नक स्थानों, लकड़ी, चमड़े, खर कारखाने, कोक चूल्हे, आइर्नेन्स, कुटीर उद्योग कार- खाने आदि आदि हैं।	१,२४९,११५	३.७
(१५) ईंधन	१,८३९,६७२	५.५
(१६) निर्यात		
पाकिस्तान	९८३,६३७	२.९
अन्य देश	६३२,६३१	१.९

भारत में कोयले का उत्पादन, आयात और निर्यात

वर्ष	उत्पादन टन	आयात टन (क)	निर्यात टन (क)
१८८५	१,२९४,२२१	७९०,९३०	७५०
१८९०	२,१६८,५२१	७८४,६६४	२६,३०१
१८९५	३,५४०,०१९	७६१,९९६	८१,१२६
१९००	६,११८,६९२	१३५,६४९	४९०,४९१
१९०५	८,४१७,७३९	१९७,७८४	७८३,०५१
१९०९	११,८७०,०६४	४९०,४२१	५६३,९४०
१९१३	१६,२०८,००९	६४४,९३४	७५९,२१०
१९१८	२०,७२२,४९३	५४,३४६	७४,४६६
१९१९	२२,६२८,०३७	४८,६७५	५०८,६३५
१९२०	१७,९६२,२१४	३९,७२७	१,२२४,८७२
१९२१	१९,३०२,९४७	१,०९०,७४९	२७७,८५२
१९२२	१९,०१०,९८६	१,२२०,६३९	१५०,०५५
१९२३	१९,६५६,८८३	६२४,९१८	१८२,६०६

भारत में कोयले का उत्पादन, आयात और निर्यात

वर्ष	उत्पादन टन	आयात टन (क)	निर्यात टन (क)
१९२४	२१,१७४,२८४	४६३,७१६	२७२,४३६
१९२५	२०,९०४,३७७	४८३,१६०	२६७,०२६
१९२६	२०,९९९,१६७	१९३,९०८	६६१,७११
१९२७	२२,०८२,३३६	२४३,६०३	६२०,१३५
१९२८	२२,५४२,८७२	२१०,१८६	६७०,३८४
१९२९	२३,४१८,७३४	२१८,५६०	७६६,२३२
१९३०	२३,८०३,०४८	२१७,०२९	५०६,५२१
१९३१	२१,७१६,४३५	८८,०३५	४४९,०२१
१९३२	२०,१५३,३८७	४७,५४४	५२१,१०८
१९३३	१९,७८९,१६३	६७,३३०	४२८,८००
१९३४	२२,०५७,४४७	७२,१६१	३३०,२३४
१९३५	२३,०१६,६९५	७७,०७५	२१७,५८४
१९३६	२२,६१०,८२१	९५,९३६	१९७,२१२
१९३७	२५,०३६,३८६	६४,८५०	८७३,३१०
१९३८	२८,३४२,९०६	४६,७४०	१,३४३,०३३
१९३९	२७,७६८,७६१	४९,५१७	१,६८८,०९२
१९४०	३९,३८८,४९४	५,३७४	२,११२,२८१
१९४१	२९,४६३,७४२	८,१४५	१,७३२,१७६
१९४२	२९,४३३,२५३	८,६६६	४२२,००१
१९४३	२५,५१२,१०९	२,२०१	२६३,६८६
१९४४	२६,१२६,६७६	४२३	१०३,६४३
१९४५	२९,१६७,१५२	१,१५७	५४,०३९
१९४६	२९,७६६,०१८	८,३५५	४६४,५०५
१९४७	३०,१४४,५०५	—	—
१९४८	३०,१२४,१७५	—	—
१९४९	३१,३९५,३७५	—	—

भारत में कोयले का उत्पादन, आयात और निर्यात

वर्ष	उत्पादन टन	आयात टन (क)	निर्यात टन (क)
१९५०	३२,२९६,७२४	—	९४९,९९०*
१९५१	३४,४३२,३९६	—	२,७९८,२७२
१९५२	३६,३०३,५८९	—	३,३०२,११५
१९५३	३५,९८०,४०८	—	१,९९१,३४७
१९५४	३६,८८३,५४२	—	२,०२१,९५६
१९५५	३८,२२५,९५९	२,१६०**	१,५७४,४२५

किस देश से कब कितना कोयला आया (टन में)

वर्ष	ग्रेट ब्रिटेन	ऑस्ट्रेलिया	दक्षिण- अफ्रिका यूनियन	जापान	पुर्तगाली अफ्रिका	अन्य देश
१९२०	३३,७८६	१,०४३	१७६,३७६	१,२१६	१५०	५,९८९
१९३०	२०,२५८	१,१९०	१८६,०२९	१,५१२	५,०६१	२,९७९
१९३१	२९,९७४	३,४००	४८,७१६	४५१	—	५,९००
१९३२	१९,८११	४,०७०	२०,४१८	७८२	—	२,४६३
१९३३	११,१७४	४,२४८	४५,२५८	४३५	—	६,२१५
१९३४	१३,३४०	६,९८१	४५,२६९	१,६२८	—	४,९४३

*आयात बहुत अल्प केवल घरमा और अमेरिका से क्रमशः १६० और २००० टन हुआ है। सन् १९४७ से आयात को मात्रा क्रमशः कम होनी जा रही है पर वास्तविक मांकड़े प्राप्य नहीं हो सके।

**इनमें कोयले के साथ कोक भी सम्मिलित है।

किस देश से कब कितना कोयला आया. (टन में)

वर्ष	ग्रेटब्रिटेन	आस्ट्रेलिया	दक्खिन- अफ्रिका युनियन	जापान	भुतंगाली अफ्रिका	अन्य देश
१९३५	१३,०२२	२,६२४	४२,३१४	१९०	५,६४८	१३,२७७*
१९३६	१९,२७८	४,५९३	४८,४७२	१,१७९	७,०९४	१५,३२०*
१९३७	२३,५५५	२,७५१	२२,१०२	२,२५७	७,५७३	६,६१२*
१९३८	१४,०९०	४१०	२३,१७०	९८	७,६४१	१,३३१
१९३९	६,६३१	—	३७,०५१	—	—	३,०७६
१९४०	३,५६७	—	४१०	—	—	१,०४९
१९४१	३,०७९	—	१,०८८	—	—	३,८४१
१९४२	२,१०१	—	४,५८५	—	—	१,७००
१९४३	२५१	—	४००	—	—	९९६
१९४४	२७७	—	—	—	—	१४६
१९४५	३०१	—	—	—	—	१
१९४६	—	—	९,३४५	—	—	—

भारत के स्वतंत्र होने के बाद कोयले का आयात बहुत ही अल्प हो गया है। अल्प मात्रा में केवल बरमा और अमेरिका से कोयला आया है।

खानों पर कोयले के मूल्य और निर्यात के मूल्य में जो अन्तर होता है वह निम्नांकित आंकड़ों से मालूम होता है—

वर्ष	खानों पर मूल्य प्रतिटन	निर्यात मूल्य प्रतिटन
	र० आ० पा०	र० आ० पा०
१९२९	३-१०-०	१०-६-०
१९३०	३-१२-०	११-५-०
१९३१	३-११-०	११-३-०

*इन आंकड़ों में जर्मनी का कोयला भी सम्मिलित है।

खानों पर कोयले के मूल्य और निर्यात के मूल्य में जो अन्तर होता है वह निम्नांकित आँकड़ों से मालूम होती है, क्रमागत—

वर्ष	खाना पर मूल्य प्रतिटन	निर्यात मूल्य प्रतिटन
	र० आ० पा०	र० आ० पा०
१९३२	३- ३-०	९-१५-०
१९३३	२-१५-०	९-१०-०
१९३४	२-१४-०	९-१३-०
१९३५	२-१३-०	८- ९-०
१९३६	२-१२-०	८- ५-०
१९३७	३- २-०	९- २-०
१९३८	३-१२-०	९-१५-०
१९३९	३-१२-०	९- ६-०
१९४०	३- ९-०	९-१०-०
१९४१	३- ९-०	९-१०-०
१९४२	३-१०-६	९-१०-०
१९४३	९-१३-०	१३- २-०
१९४४	१२-१३-०	२२- ०-०
१९४५	१४- ३-०	१६- ५-०
१९४६	१२- ०-०	१७- १-०
१९४७	१४- ९-०	—
१९४८	१५- ०-०	—
१९४९	१५- ०-०	—
१९५०	१४- ७-०	—
१९५१	१४-११-०	—
१९५२	१४-१२-०	—
१९५३	१४-११-०	—
१९५४	१४-१०-०	—
१९५५	१४-११-०	—

सन् १९४७ में निर्यात की मात्रा बहुत कम हो गयी है। केवल पाकिस्तान और चीन को कुछ कोयला जाता है।

कोयले के व्यवसाय की स्थिति क्या है इसका बहुत कुछ ज्ञान कोयले के स्क्व (stock) की स्थिति से होता है। जब कोयले की मांग कम रहती है तब स्क्व की मात्रा बढ़ जाती है और जब कोयले की मांग बढ़ जाती है तब खानों से निकला सारा का सारा कोयला खतम हो जाता है और स्क्व की मात्रा घट जाती है। साधारण-तया उत्पादन ऐसा होना चाहिए कि वर्ष के अन्त में स्क्व की मात्रा अधिक घटे-बढ़े नहीं। स्क्व के बढ़ने का कारण परिवहन की कठिनाता भी होती है। मांग के रहते हुए भी रेल के डिब्बों की कमी से कोयला खानों से भेजा नहीं जा सकता और वह खानों में ही पड़ा रहता है। प्रयत्न बराबर हो रहा है कि रेल के डिब्बे पर्याप्त संख्या में प्राप्य होते रहें जिससे कि कोयला जल्दी से जल्दी उपभोक्ताओं के पास पहुँचाया जा सके।

कोयले के व्यवसाय में यदि वृद्धि करना है तो उसके लिए दो बातों का प्रयत्न आवश्यक है। एक तो निर्यात बढ़ाना चाहिए जैसा ऊपर कहा गया है। आज भारत के बाहर केवल पाकिस्तान और सीलोन को कोयला भेजा जाता है। अन्य एशियाई देशों को भी कोयला भेजने का प्रयत्न होना चाहिए। दूसरा, घरेलू ईंधन और उद्योग-धन्धों में कोयले का उपयोग भारत में बढ़ाया जाय। उत्तर भारत में कोमल कोक के उपयोग में उत्तरोत्तर वृद्धि हो रही है। लकड़ी और उपले के स्थान में अब कोमल कोक का उपयोग बढ़ रहा है। कोमल कोक के निर्माण में वृद्धि भी हो रही है। ऐसा कोक निकृष्ट कोयले से भी बन रहा है। यदि कोयले का कार्बनीकरण निम्न ताप पर किया जाय तो उससे उत्कृष्ट कोटि का कोमल कोक ही नहीं प्राप्त होगा बल्कि उससे ऐसा तेल भी प्राप्त होगा जो पेट्रोल के स्थान में मोटर गाड़ियों और हवाई जहाजों में प्रयुक्त हो सकता है और जिसकी भारत में बहुत कमी है। निकृष्ट कोटि के कोयले से पेट्रोलियम भी बन सकता है। फिशरट्रीप्स विधि से पेट्रोलियम प्राप्त करने में ऐसा कोयला प्रयुक्त हो सकता है। यह भी सम्भव है कि बायलर और भट्ठों में कोयले का चूर्ण इस्तेमाल हो। बोकारो के थर्मल स्टेशन में कोयले के चूर्ण से ही बिजली प्राप्त होती है।

कोयले की संचिति (Reserves)

भारत में कोयले की कितनी संचिति है, इसका कुछ अनुमान विशेषज्ञों द्वारा लगाया गया है। इस अनुमान के बाद भी कुछ नयी खानों का पता लगा है। पुरानी खानों में भी कुछ खानों की वास्तविक संचिति कितनी है इसका ठीक-ठीक अनुमान अब भी नहीं लगा है।

गोंडवाना के कोयला-क्षेत्रों में २००,००० लाख टन कोयले का अनुमान लगाया गया है जिसमें ४५,००० से ५०,००० लाख टन उत्कृष्ट कोटि का कोयला समझा जाता है और २०,००० लाख टन ऐसा कोयला है जो धातु के निर्माण के लिए कठोर कोयला बनाने में इस्तेमाल हो सकता है।

तृतीयक कोयलों के सम्बन्ध में सर सीरिल फोक्स (Sir Cyril Fox) का अनुमान है कि आसाम के कोयला क्षेत्रों में दो अरब टन और उत्तर-पश्चिमीय भारत में ३० करोड़ टन कोयला, दोनों मिलाकर २ अरब ३० करोड़ टन कोयला विद्यमान है। मद्रास के दक्षिण आर्कोट जिले में १ अरब टन लिगनाइट कोयला भी प्राप्य है। इनके अतिरिक्त कुछ अन्य कोयला-क्षेत्रों का भी उत्तर प्रदेश, रीवा इत्यादि स्थानों में पता लगा है जिनकी तादाद का ठीक-ठीक अनुमान अभी लगाया नहीं गया है। इधर कुछ नये कोयला-क्षेत्र उड़ीसा में भी पाये गये हैं।

जैसा ऊपर कहा गया है, कोयले के व्यवसाय का प्रारम्भ सन् १७७४ ई० में हुआ। पहले-पहल रानीगंज की खानों से कोयला निकालने का काम शुरू हुआ। पीछे सरिया की खानों से शुरू हुआ। प्रारम्भ में व्यवसाय का विकास मन्द था। रेल के दिव्ये पर्याप्त संख्या में मिलते नहीं थे। धीरे-धीरे व्यवसाय की उन्नति होने लगी। आज कोयले का व्यवसाय भारत का एक महत्त्व का व्यवसाय है। देश के उद्योग-धन्धे जैसे-जैसे बढ़ते गये, रेलमार्ग अधिकाधिक बढ़ता गया, वैसे-वैसे कोयले के व्यवसाय में भी बढ़ती होती गयी। वस्तुतः कोयले की खपत देश के उद्योग-धन्धों के विकास का द्योतक है क्योंकि भारत का बहुत अल्प कोयला बाहर जाता है। प्रायः ९८ प्रतिशत देश में ही खपता है। सबसे अधिक कोयले का उत्पादन १९५५ ई० में ३,८२,२५,९५९ टन हुआ जब कि १९३० ई० में महत्तम उत्पादन केवल २,३८,०३,०४८ टन ही था।

कोयले के व्यवसाय की जाँच के लिए सरकार ने अब तक चार कमेटियाँ बनायीं हैं। पहली कमेटी १९२० में बनी थी। इस कमेटी से कहा गया था कि वह जाँच कर बतावे कि कोयले की खानों से कोयला निकालने में क्या सुधार होना चाहिए ताकि कोयले के निकालने में जो कोयला मष्ट हो जाता है उसे बचाया जा सके। दूसरी कमेटी १९२५ ई० में बनी। इस समय कोयले का निर्यात कम हो रहा था, अतः उसका निर्यात कैसे बढ़ाया जाय इसकी जाँच के लिए कमेटी बनायी गयी। उसने लिए आवश्यक था कि बाहर भेजा जानेवाला कोयला उत्कृष्ट कोटि का हो। इसी कमेटी की सिफारिश पर कोल प्रोडिंग बोर्ड बना था जिसने भिन्न-भिन्न श्रेणियों में कोयले के वर्गीकरण का प्रमाण निश्चित किया और केवल उत्कृष्ट कोटि के कोयले

को ही बाहर भेजने की अनुमति प्रदान करने की सिफारिश की। यह कोयला कैसा होना चाहिए, इसका उल्लेख वर्गीकरण प्रकरण में हो चुका है।

तीसरी कमेटी १९३७ ई० में बनी। इस कमेटी का नाम 'कोल माईनिंग कमेटी' था। इस कमेटी का काम था कोयले के व्यवसाय की पूरी जांच करना और यह बताना कि

(१) कोयले के व्यवसाय में लगे कार्यकर्ताओं के बचाव के लिए व्यवस्था का क्या प्रयत्न होना चाहिए और

(२) कोयले के व्यय नष्ट हो जाने से बचाने के लिए किन उपायों का अवलम्बन करना चाहिए।

इस कमेटी के सुझाव से खानों पर और कोयले के ठीक तरह से लादने पर सरकार के खान-विभाग द्वारा नियंत्रण का सिद्धान्त स्वीकृत हुआ।

द्वितीय विश्वयुद्ध के समय कोयले के संरक्षण और नियंत्रण की अधिक आवश्यकता प्रतीत हुई। इस कारण १९४६ ई० में भारतीय कोयला खान कमेटी (इण्डियन कोल फोल्ड कमिटी) की स्थापना हुई। इस कमेटी को निम्नलिखित काम सौंपे गये—

(१) कोयला-व्यवसाय के संबंध में इससे पहले जो कमेटियाँ समय-समय पर बनी थीं उनकी सिफारिशों पर पुनः विचार करना—

(क) उन सिफारिशों में किन-किन सिफारिशों पर अमल हुआ और उनसे क्या परिणाम निकला, उसकी जांच करना।

(ख) जिन सिफारिशों पर अमल नहीं हुआ है अथवा अंशतः अमल हुआ है उन पर विचार करना और निर्णय करना कि उन सिफारिशों पर अमल करने की आवश्यकता है या नहीं।

(२) कोयले के व्यवसाय से सम्बन्ध रखनेवाली अन्य समस्याओं पर विचार करना और उनके सम्बन्ध में सिफारिश करना तथा यह भी बताना कि धातु-निर्माण वाले कोयले और भाप-कोयले के संरक्षण की आवश्यकता है या नहीं। कोयले की नयी खानों के खोलने, पुरानी खानों के बंदबारे, कोयले के भूतल निर्धारण और कोयले के व्यवसाय की अर्ध-व्यवस्था पर सम्मति देना।

इस कमेटी की सिफारिश के फलस्वरूप ही धनवाद के निकट जियालगोड़ा में राष्ट्रीय ईंधन अनुसन्धान शाला की स्थापना हुई जिसमें कोयले के सम्बन्ध में अनेक अनुसन्धान हो रहे हैं। अनुसन्धान का एक विषय यह भी था कि कोयले में गन्धक की मात्रा कैसे कम की जा सकती है।

एक दूसरी सिफारिश इस कमेटी की यह थी कि धातुओं के निर्माण में प्रयुक्त होने वाले कोयले उत्कृष्ट कोटि के हों।

एक तीसरी सिफारिश यह थी कि कोयला-खेतों की रेल-गाड़ियाँ और पूर्वी रेलवे की हावड़ा से मोगलसराय तक की गाड़ियाँ बिजली से चलायी जायं।

भारत में आज कोक का भी निर्माण हो रहा है। कोक के निर्माण में उत्तरोत्तर वृद्धि हो रही है। कोक दो प्रकार के होते हैं; कठोर कोक और कोमल कोक। कठोर कोक उन सभी कामों में प्रयुक्त हो सकते हैं जहाँ कच्चा कोयला प्रयुक्त होता है। पर धातुओं के निर्माण में कठोर कोक का विशेष महत्त्व है। धातुओं के निर्माण में प्रयुक्त होनेवाले कोयले में गन्धक की मात्रा अल्पतम रहनी चाहिए। कठोर कोक में गन्धक की मात्रा अल्पतम रहती है। इस कारण धातुओं के निर्माण में कठोर कोक का ही उपयोग होता है। कोमल कोक हल्का होता है। उसमें जल्दी आग पकड़ लेती है। कठोर कोक में आग जल्दी नहीं पकड़ती। इस कारण घरेलू ईंधन के लिए कठोर कोक ठीक नहीं है। कच्चा कोयला भी घरेलू ईंधन के लिए ठीक नहीं है। इसमें जल्दी आग भी नहीं पकड़ती और धुआँ भी बहुत बनता है। इस कारण कोमल कोक ही घरेलू ईंधन के लिए ठीक समझा जाता है।

भारत में कौन-कौन कम्पनियाँ कितना कठोर कोक तैयार करती हैं उसके आँकड़े यहाँ दिये जा रहे हैं।

भारत में १९३४ से १९४६ तक कठोर-कोक तैयार करने की मात्रा की सारणी

नाम कम्पनी	१९३९	१९४०	१९४१	१९४२	१९४३	१९४४	१९४५	१९४६
टाटा आयरन और स्टील कम्पनी लिमिटेड	९६३,७७१	१,०९९,२८८	१,१२८,८१६	१,०९०,०३३	९९४,२९८	८२३,१३४	८४७,५१२	९६७,९६५
इण्डियन आयरन और स्टील कम्पनी लिमिटेड	६६९,९६९	५६२,३९४	५८५,३८५	७६२,७६३	५५८,९१०	५६०,९५०	५३९,८७६	४६५,४९१
बंगाल आयरन एण्ड कं	—	१८१,५४४	२५३,६५१	—	—	—	—	—
लोयता कोलियेरी कं लिमिटेड	६०,९४३	४८,४५२	४९,६५८	४२,४४८	५०,४९१	५५,६८५	५०,९१५	५२,२१७
बराकर कोल कम्पनी लिमिटेड	९०,८११	८१,७१७	८१,२२२	६२,७३१	५०,६६८	६२,८८७	६७,८२७	६७,८१०
बराहरी कोक कं लिं	५९,०२५	६१,६६९	७२,३२९	६९,५५६	६४,८४३	६४,४८८	५९,११६	५४,६१०
इस्टर्न कोल कं लिं	३५,२२५	३९,५६७	३९,००९	३४,२२४	३७,५०८	३६,०३५	३९,१५३	३९,८२०
स्टेट रेलवेज कोल डिपार्टमेंट	३२,९३०	२७,१८०	२५,८००	२६,९४०	२६,१७०	२६,५००	२८,९४६	२६,६१८
बोकारो एण्ड रामपुर लिमिटेड	३,६६३	६,७२८	८,०२५	६,११०	३,४२०	१००	१०४	—
सेन्ट्रल कुरकैंड कम्पनी आसाम रेलवे एण्ड ट्रेडिंग कम्पनी लिमिटेड	—	११२	१४०	२४२	६	५	९	४१
समस्ता कोक उत्पादन कितने कोयले से	१,९१६,६९०	२,१०९,०९४	२,२४४,४८३	२,०९५,५४४	१,७८६,८५५	१,६३०,४०९	१,६३४,०५५	१,६७४,९९८
	२,६९३,८२७	२,९८४,५५९	३,१५७,०६६	२,९४९,५१३	२,५४५,८४८	२,३१६,२१३	२,३५५,४३६	२,४०६,०४६
ग्रान्प कोक की प्रतिफलता	७१.१५	७०.६६	७१.०२	७१.०५	७०.१८	७०.३९	६९.४१	६९.६२

कोयले का उद्गम	१९३९ टन	१९४० टन	१९४१ टन	१९४२ टन	१९४३ टन	१९४४ टन	१९४५ टन	१९४६ टन
झरिया कोयला-क्षेत्र	२,५७९,६५८	२,८६५,८४०	२,९९०,३३४	२,७८१,९३०	२,३७४,१४५	२,१४०,१५३	२,१६२,५३९	२,२७२,९६२
मिरिडीह कोयला-क्षेत्र	४३,६७०	३५,६२९	३४,३००	३४,७२०	३३,३००	३५,०००	३८,०००	३८,६९७
रानीगंज कोयला-क्षेत्र	६१,४२९	६६,३३९	१०२,८६३	१०८,७१८	११३,४४६	११६,५८२	१०२,७०८	५९,५१७
बोकारो कोयला-क्षेत्र	७,३८१	१४,३८१	२७,६६२	२२,२०१	२२,८१७	१३,००३	४९,९०२	३३,३९८
लसीमपुर (नामडांग) कोयला-क्षेत्र	१,६८९	२,३७०	१,६०७	१,९४४	२,१४०	२,४७५	२,२८७	१,४७८
समस्त जोड़	२,६९३,८२७	२,९८४,५५९	३,१५७,०६६	२,९४९,५१३	२,५४५,८४८	२,३१६,२१३	२,३५५,४३६	२,४०६,०४६

कोयला-कोयला कितना तैयार हुआ, उसकी सारिणी

रानीगंज	३१,१९०	२२,०००	२६,९३९	३७,०१४	५२,४०१	४३,७६४	७१,६४१	७८,१९२
झरिया	८६,१४५	९४०,९६६	९०८,४६६	४६३,२३४	३५८,५२१	४४०,७२४	५८७,९३६	६०७,९२५
बोकारो	३,३२३	३,१४३	३,०६४	४,१८९	५,१८०	६,३१२	४,४२६	४,५२३
रामगढ़	—	—	—	—	—	—	४००	२,९८१
बलपुरा	—	—	—	५४	—	७५	—	—
बिलासपुर	—	—	—	—	—	—	४६	—
समस्त जोड़	८९५,१५८	९६६,१०९	९३८,४६९	५०४,४९१	४१६,१०२	४९०,८७६	६६४,४४९	६९३,६२१

भारत से कोयला और कोक को विभिन्न देशों का निर्यात (टनों में)

देश	१९३५	१९३६	१९३७	१९३८	१९३९	१९४०
इंग्लैंड	—	—	२३,३७०	—	—	—
फ्रि० पु० अफ्रीका	२०	४०	३९	१६०	—	—
मौरिशस	१,००१	३,३१७	१,७५०	२,२५८	—	—
सीलोन	१४६,२३२	१४९,११४	३७६,४८४	२५३,३८६	३५३,२२९	४५३,८२०
यरमा	—	—	३९४,१३८	६१४,८५६	४६४,७४०	५१९,२४१
स्ट्रेट सेटल०	१६,८५०	१६,९०८	४४,९८४	७,५०८	१०१,८६१	१७४,२१३
सुमात्रा	—	—	१७,८७२	८,६०४	—	—
इजिप्ट	—	—	—	—	—	—
हॉर्गार्ग	४६,७१८	५,०३८	७,५५३	७२,२६२	२११,८६०	१७७,७१३
चीन	—	—	—	—	४४०,६५५	५७६,२९४
अन्य देश	६,७६३	२२,७७५	३,५६०	३८	९८,३९६	१८७,९४३
रूसस्त निर्यात	२१७,५८४	१९७,२१२	८७३,३१०	१,३४३,०३३	१,६७०,७४१	२,०८९,२२४
कोक निर्यात	—	—	—	—	१७,३५१	२३,०५७
मूल्य रुपये में	१८,६२,३३८	१,६४८,६३४	८१,३९,९८२	१३,५५०,६०९	१६,३३४,६७२	२०,६४४,९०५

भारत से कोयला और कोक का विभिन्न देशों को निर्यात (टनों में), क्रमानुसार

देश	१९४१	१९४२	१९४३	१९४४	१९४५	१९४६
इंडोनेशिया	—	४,९०१	८,९०६	—	—	—
मि० प्र० अफ्रीका	—	—	—	—	—	—
मोरिशस	—	—	—	—	—	—
सोलोमन	२३५७५०	२७९,४३८	२०६,००३	४५,६६०	२७,८१७	११८,५४६
दरमा	४४०,१०२	६०,७१५	—	—	—	—
स्ट्रेट सेटल०	१६३,३८०	—	—	—	—	—
सुमात्रा	—	—	—	—	—	—
इजिप्ट	—	६२,६३८	३८,१०४	५७,८१८	—	—
हॉंगकांग	८०,६४८	८९८	—	—	—	—
चीन	४२,५८६	२,७५०	—	—	—	—
अन्य देश	७२९,२०५	६,६५५	९,९९३	१५	२६,०४३	३४४,९७६
समस्त निर्यात कोक नियमित	१,६९०,६७१	४१७,९९५	२६३,००६	१०३,६४३	५४,०३९	४६४,५०५
	४१,५०५	४,००६	६८०	१५०	१७९	९८३
मूल्य रुपये में	१७,२७०,१६४	४,२३४,६४८	३,४९८,९८०	२,२८६,८५५	८८७,५२१	८१४३,४४७

देश	१९५०	१९५१	१९५२	१९५३	१९५४	१९५५
बरमा	१२६,५९२	१३४,९१७	२००,०६९	२५६,१४१	२६३,३३९	१९९,४३२
सीलोन	३२२,२१७	२९१,२७५	२७७,८३३	२२०,९६९	२६८,३८७	२१६,६०९
हॉंगकाँग	१०५,०८८	१४८,८२२	२१४,०३१	८७,२२३	११७,४६६	३०,६६४
सिंगापुर	३०,९९२	११६,९०२	१२३,६५०	४५,३४५	४१,२३०	६०,६१२
साउथ कोरिया	६,९२७	—	१०१,२९६	२००,२०६	३४०,०९५	३१,४८१
पाकिस्तान	—	९४६,९१६	१,१४३,८७८	७६२,२१८	८३४,८७०	९७७,८९३
(पूर्वी और पच्छिमी)						
इंडोने	६,१२३	४८,०३२	४१,७५०	—	३,८६३	९,३९९
इजिप्ट	९,११८	९९,२७५	३०,५४३	—	४,८६३	१४,८७१
ईस्ट अफ्रिका	—	२१,७३५	३९,०६८	२०	३५,१७८	८,७१३
जापान	९६,६८१	५४३,२१९	७६५,७६७	४१२,९६४	९३,६६५	१७,३१९
अन्य देश	२४६,२५२	४४७,१७९	३६४,२३०	६,२६१	१९,०००	७,४२६
जोड़	९४९,९९०	२,७९८,२७२	३,३०२,११५	१,९९१,३४७	२,०२२,९५६	१,५७४,४२५

कोयले की खानों में सन् १९५५ में कोक-उत्पादन की सारिणी

राज्य और क्षेत्र	कोमल कोक टन में	कठोर कोक टन में
आसाम	—	—
छासी और जैन्तिया	३,०५४	—
लखीमपुर	—	१४८
पश्चिम बंगाल	—	—
दार्जिलिंग	१००	—
बीरभूम	४०३	—
बर्दवान	४९,९१८	—
बिहार	—	—
धोकारो	३८,४७४	७,४५५
रामगढ़	१०,२२५	—
करनपुरा	२,८२३	—
झरिया	१,४३५,३२२	२४६,६८६
रानीगंज	१०८,१८२	२,८९१
करनपुरा	२३६	२,८९१
जोड़	१,६४८,७३७	२५७,१८०

सन् १९५५ में भारत में कोक बनाने के ९ संयन्त्र थे, जिनमें तीन संयन्त्र इस्पात के कारखानों से सम्बन्धित थे और एक सिन्दरी ज्वरक के कारखाने से सम्बन्धित था। सन् १९५४ में कोक का निर्माण २३,९६,४०२ टन था किन्तु १९५५ में यह बढ़कर २५,३०,९२२ टन हो गया। कोक के संयन्त्रों में ४८३,८५१ टन कोक बना था जिसमें ४५४,९४२ कठोर कोक और २८,९०९ अन्य प्रकार का कोक था। इस्पात के कारखानों के संयन्त्रों में २०,४७,०७१ टन कोक बना था जिसमें १८,८८,८६६ टन कठोर कोक और १५८,२०५ टन कोमल कोक था। कुल कोक २५,३०,९२२ टन तैयार हुआ था।

कोयले की खानों में दुर्घटनाएँ बहुत होती हैं। उनमें लोगों को सामान्य से लेकर गम्भीर चोटें लगती हैं। कुछ लोग इन चोटों से खानों में काम करने के योग्य नहीं रह जाते। कुछ लोग मर जाते हैं। खानों में कुछ वर्षों की दुर्घटनाओं से मृत्यु-संख्या और प्रति एक हजार पर मृत्यु-संख्या इस प्रकार है—

वर्ष	मृत्यु-संख्या	मृत्यु-संख्या प्रति हजार पर
१९४१	३०३	१.२६
१९४२	३४२	१.२९
१९४३	३२८	१.३५
१९४४	३६५	१.२८
१९४५	३०७	०.७८
१९४६	३२८	०.७८
१९४७	२६३	०.६४
१९४८	२७२	०.६९
१९४९	२७०	०.६४
१९५०	२७३	०.६०
१९५१		
१९५२		
१९५३		
१९५४		०.९६
१९५५	३०९	०.८९

भारत में खनिकों की मृत्युसंख्या ग्रेट ब्रिटेन के खनिकों की मृत्यु-संख्या की अपेक्षा कुछ अधिक है। भारत के खनिकों की दक्षता ग्रेट ब्रिटेन के खनिकों की दक्षता से कुछ कम है पर कोयला-उत्पादन का स्तर भारत में ग्रेट ब्रिटेन से कम पड़ता है। सुझाव दिया गया है कि भारत में भी मशीनों से ही कोयला निकालने का काम होना चाहिए जैसा पाश्चात्य देशों में होता है। पर मशीनों का उपयोग बड़ी-बड़ी कम्पनियों की खानों में ही हो सकता है। छोटे-छोटे खानवालों के लिए मशीनों का उपयोग सम्भव नहीं है। आशा है कि कोयले के व्यवसाय की वृद्धि से मशीनों का उपयोग भारत में दिन-दिन बढ़ता जायगा।

खनिकों और खानों में काम करनेवालों की सुरक्षा के लिए सरकार ने एक कानून १९२३ ई० में बनाया। इस कानून का नाम 'इण्डियन माइन्स ऐक्ट' है। इस कानून

के अनुसार कुछ नियम बने जिन्हें इण्डियन कोल माइन्स रेगुलेशन कहते हैं। ये नियम १९२६ ई० में बने। इनमें १९२९ ई० में कुछ सुधार हुआ। १९२९ ई० में स्त्रियों खानों में काम न करने के सम्बन्ध का नियम बना।

इन नियमों के होते हुए भी कोयले की खानों में समय-समय पर अनेक दुर्घटनाएँ होती रहती हैं। तीन बड़ी दुर्घटनाएँ तो केवल एक वर्ष १९३५ ई० में झरिया और गिरिडोह के कोयला-क्षेत्रों में हुई थीं जिनमें सैकड़ों आदमियों की जानें गयी थीं। एक बड़ी दुर्घटना १९५५ ई० में खानों के पानी से भर जाने के कारण हुई जिससे खान के अन्दर काम करनेवाले सब के सब मर गये थे और जिसके अनुसन्धान के लिए भारत सरकार ने एक स्वतंत्र कमेटी बनायी थी।

कोयले के व्यवसाय में कितने आदमी किस प्रान्त में लगे हुए हैं उसका ज्ञान निम्नलिखित सारिणी से होता है

प्रान्त	१९३९	१९४०	१९४१	१९४२	१९४३	१९४४	१९४५	१९४६	औसत
आसाम	२,४६३	२,७०४	२,७७४	२,४३३	३,०४८	३,७६९	३,६८८	४,१७५	३,१३२
बङ्गाल	५५६	५९६	६४२	१,१२१	१,५८२	२,१३६	३,४३८	४,७८८	१,८५७
मध्यभारत	५१,६३२	६४,१६७	६३,९३०	५९,४३४	५९,६५६	६६,९१५	७४,९४८	७९,५९९	६६,०३५
ईस्टर्न स्टेट एजेंसी	३,०९९	३,२४५	३,६२५	४,०६८	३,६४५	४,५३३	८,६८०	९,८१९	५,०८९
मध्यप्रान्त	९,५९९	१२,५५२	११,७८३	१३,२४९	११,९१९	१०,९२७	१२,६१७	१३,२९७	११,९९२
हैदराबाद	१४,८६९	१५,५१८	१६,७२४	१७,३५०	१६,९५१	१८,५७५	१८,५४५	२०,४६८	१७,३७५
करमीर	१२,८९८	११,५२७	११,६४३	१२,२७६	११,२६५	१३,२५९	१७,२२८	१९,३२२	१३,६७७
उड़ीसा	२,३६३	१५	—	३०	२००	४५	१६०	६५	३६०
पंजाब	५७६	५३०	६२०	९८६	७९८	९७३	८९७	१,१२५	८१३
राजपूताना	२,८७५	२,८९५	२,९०७	२,३३७	२,३२२	२,८६४	२,८४७	३,१४७	२,७७४
सिंध	१,०९१	१५९	१५७	१६८	१३५	२२२	१७४	२०८	२८९
	—	१९	७५	६६	१३७	१९३	४५३	४६३	१७६
गमस्त जोड़	७३,१,४६३	२३७,०१७	२४६,०२७	२४५,६८८	२४१,४७२	२८५,४२८	२३४,०४५	३६७,४४१	२७३,६२३

मन् १९४७-५५ तक खान में काम करनेवाले व्यक्तियों की संख्या

वर्ग	मुख्य	स्थिरा	वर्षे	जोड़	समस्त जोड़	कर्मचारी
१९४७ { खान के नीचे खान के बाहर	१५१,८१४ १३७,६१७	२,८८२ ७१,६२१	— १२०	{ १५४,६३६ २०९,३५८ }	३६३,९९४	१०७
१९४८ { खान के नीचे खान के बाहर	१५८,८४७ १२६,६९५	२,५५६ ६०,०५२	— २३३	{ १६१,४०३ १८६,९८० }	३४८,३८३	?
१९४९ { खान के नीचे खान के बाहर	१६४,२०१ १२३,८२६	— ५७,०५१	— ११२	{ १६४,२०१ १८०,९८९ }	३४५,१९०	९०
१९५० { खान के नीचे खान के बाहर	१७१,९६१ १२०,५३८	— ५७,३९०	— —	{ १७१,९६१ १७७,९२८ }	३४९,८८९	१०
१९५१ { खान के नीचे खान के बाहर	१७८,१७४ ११८,५७५	— ५५,२२६	— —	{ १७८,१७४ १७३,८०१ }	३५१,९७५	१२०
१९५२ { खान के नीचे खान के बाहर	१८२,७६२ ११४,४३३	— ५१,४६८	— —	{ १८२,७६२ १६५,९०१ }	३४८,६६३	७५

स्त्रियों का खान के नीचे काम करना अब वर्जित है। वर्षों को भी खानों में काम करना वर्जित है। पहले देगी राज्यों की खानों में ही वर्षे काम करते थे। देगी राज्यों के भारत में मिल जाने के बाद यहाँ भी वर्षों का काम करना वर्जित हो गया है।

कर्मचारी भी खानों में काम करनेवाले व्यक्तियों की संख्या समस्त जोड़ में सम्मिलित नहीं है। जहाँ प्रत्येक सूचक चिह्न है वहाँ के अंकड़े प्राप्य नहीं हैं।

सन् १९४७-४८ तक मान में काम करलेवाले व्यक्तियों की संख्या

वर्ग	पुरुष	स्त्रियाँ	वच्चे	जोड़	समस्त जोड़	करमीर
१९५३ { लाल के नीचे लाल के बाहर	१८१,४९१ ११०,८९०	— ४८,८१२	— —	१८१,४९१ } १५९,७०२ }	३४१,१९३	५०
१९५४ { लाल के नीचे लाल के बाहर	१८२,१०४ ११०,९८४	— ४७,८७६	— —	१८२,१०४ } १५८,८६० }	३४०,९६४	२३०
१९५५ { लाल के नीचे लाल के बाहर	१८७,४०९ १७२,९२०	— ४७,६५४	— —	१८७,४०६ } १६०,५७४ }	३४७,९८०	?

वर्ष में कार्यवाहकों की संख्या

कोयला-क्षेत्र	वर्ष में कार्य होने की दिन-संख्या	समक और बोझक	खानों के नीचे और बाहर के कार्यवाहक	बाहर के श्रमिक	जोड़
आसाम	२९७	७१६,०३३	४२०,९१७	४८८,११६	१,६२८,०६६
दाजिलिंग	२११	—	७५,४१८	२२,१४१	९७,५५९
रानीगंज	२९७	१२,१०९,६९६	१०,०२६,३४१	११,८४५,४०४	३३,९८१,४४१
झरिया	२९७	१३,०७९,८१५	८,६५०,५७३	१४,४८१,१५२	३६,२११,५४०
बोकारो	३०४	१,४६९,७१६	२,३७५,६०४	१,४४७,७२५	५,२९३,०४५
गिरिडीह	३०९	५३५,३१५	३९५,९६४	४१३,००१	१,३४४,२८०
करनपुरा	३०५	८५४,६५४	१,३५२,७५९	९१२,९८५	३,१२०,३९८
रामगढ़	२९१	२६५,४९१	३१४,१७८	२४०,५१६	८२०,१८५
जैन्ती	२८२	२६,६५५	९,१२४	१४,०९२	४९,८७१
राजमहल	२९८	१,०७९५	४,१५०	६,१९७	२१,१४२
आल्टेनगंज	३१०	१०१,१२३	३४,९८८	६०,८४३	१८६,९५४
हुंदार	३१०	११४,९११	६५,४२८	६२,३५१	२४२,६९८
मणप्रदेश	३०७	२,८४८,२७१	३,४५५,७७१	३,३१५,१५३	९,६१९,१९५
विन्ध्यप्रदेश	३०७	७९६,८०१	६९०,०९८	८५१,८३५	२,३३८,७३४
उड़ीसा	३०२	४०५,२१३	८७२,४११	५९९,२९१	१,८७६,९१५
हृदराबाद	३०८	१,६१६,७६८	१,४६०,६१०	१,९७३,५३२	५,०५०,९१०
राजस्थान	३०६	१५,१४६	११,६३७	२५,६२७	५२,४१०

जोड़

३४,९६९,४०३

३०,२१५,९७१

३६,७४९,९६१

१०१,९३५,३४३

कोयले की स्टॉक-कम्पनियाँ *, उनकी पूँजी और लाभ

वर्ष	३१ मार्च को स्टॉक कम्पनियों की संख्या	उनकी चुकता पूँजी हजार में	लाभ (आधार १९३९=१००)
१९४३	२१५	८,९७,६२	९५'६
१९४४	२२५	८,८४,८९	२३७'०
१९४५	२६६	९,१५,१८	२५८'३
१९४६	३०६	१०,४६,४२	१९८'५
१९४७	३६२	११,१६,७८	१७१'८
१९४८	३८४	१५,११,३०	२०१'०
१९४९	३९९	१६,८९,२७	२८७'२
१९५०	४२८	१८,३९,४६	२०९'२
१९५१	४४२	१८,२०,९१	१७८'२
१९५२	४४८	२१,०९,३७	२२०'४
१९५३	४५८	२१,६७,९३	१४५'३
१९५४	४७५	२२,४२,०९	१५३'०'
१९५५	४९५	२२,७२,८८ +	— —

*इन कम्पनियों की भारत में रजिस्ट्री हुई है। इनके अतिरिक्त चार विदेशी कम्पनियाँ हैं जिनकी चुकता पूँजी ३२ लाख की है जो भारत में कार्य कर रही हैं + यह अंक अस्थायी है।

उन्नीसवाँ अध्याय

कोयले का खनन

भरती के अन्दर छिपे हुए कोयले और खनिजों के बाहर निकालने के कार्य को 'खनन' कहते हैं। आज खनन एक बड़े महत्व का व्यवसाय है। लाखों मनुष्य इस व्यवसाय में लगे हुए हैं। यह व्यवसाय नया नहीं है। हजारों वर्षों से होता आ रहा है। पहले खनन भरती के तल पर या उसके कुछ नीचे ही होता था। बहुत गहरा नहीं जाता था। हाथों से ही खनन होता था। १८ वीं सदी के अन्त में खनन में भाप-इंजन का व्यवहार शुरू हुआ। आज हजारों फुट नीचे तक खनन होता है और वहाँ से खनिजों को निकाल कर बाहर तल पर लाया जाता है। खनन के कार्य में भी पर्याप्त सुधार हुआ है। वैज्ञानिकों के प्रयत्न से नये-नये साधनों का आविष्कार हुआ है जिनके उपयोग की शिक्षा संसार के अनेक विश्वविद्यालयों में आज दी जाती है। ऐसे विश्वविद्यालयों से निकले स्नातक ही आज खानों के मैनेजर होते हैं। ऐसे विशेष शिक्षित व्यक्तियों की मांग आज बहुत बढ़ गयी है, भारत में खनन की शिक्षा बनारस हिन्दू यूनिवर्सिटी के कालेज आफ माइनिंग में और बिहार यूनिवर्सिटी के बनबाइ स्कूल आफ माइनिंग में दी जाती है। आई० एस-सी० पास छात्र भरती किये जाते और चार वर्ष की शिक्षा के बाद उत्तीर्ण होने पर डिग्री दी जाती है।

पहले जो व्यक्ति खानों में काम करते थे वे मूले-कुचैले रहते थे। उनका काम ही कुछ ऐसा था कि वे भाफ़-सुथरे न रह सकते थे। नगर से दूर खानों में वे काम करते थे और वहाँ ही रहते थे। ऐसे लोगों का एक अलग समाज बन गया था। उनके वस्त्र कुछ भिन्न होते थे और उनके आचार-विचार में भी कुछ भेद पनपा आ गया था। सम्य मनुष्यों के संस्कार की उनमें कुछ कमी थी। उनमें कुछ उजड़पन भी था। यद्यपि खनकों का बाह्यरूप आकर्षक नहीं था पर वे बड़े परिश्रमी, उत्कृष्ट कोटि के खिलाड़ी और दुःख में मदद करनेवाले होते थे। आज खनकों और सामान्य व्यक्तियों में कोई अन्तर नहीं रह गया है।

अब किसी नयी खान से कोयला निकालना होता है तब पहले कोयले का परीक्षण कर मालूम करते हैं कि वहाँ का कोयला किस किस्म का है। कोयले का नमूना लेकर

उसका विश्लेषण करते हैं। विश्लेषण से पता लगाते हैं कि किस काम के लिए वह कोयला अधिक उपयुक्त है। यदि वह कोयला उनके लिए ठीक है तो काम आगे बढ़ाते हैं, नहीं तो उसे वहीं छोड़ देते हैं। यदि खानों में काम जारी रखना है तो कोयले की गहराई, लम्बाई और चौड़ाई, विभिन्न स्तरों की मोटाई, आदि का भी पता लगाते हैं।

कोयले के नमूने निकालने में खानों में छेद करते हैं। छेद करने के लिए विशेष प्रकार के उपकरण प्रयुक्त होते हैं। साधारणतया यह उपकरण एक नली होती है जिसे 'आन्तरक नली' (Core tube) कहते हैं। इस नली में वह बलय (Ring) या उद्गन्त होता है जो खोदता है और जिसमें हीरा जड़ा रहता है। आन्तरक नली और उद्गन्त एक लोखले छड़ से बंधे रहते हैं। यह छड़ सतह पर रहता है। इसे मंत्रों से घुमाते हैं। घुमाने से हीरा उद्गन्त चट्टानों को काटता और कटा हुआ अंश आन्तरक नली में इकट्ठा होता है। जब पाँच या छः फुट की चट्टान कट जाती है तब उसे सतह पर ला कर नली से नमूना निकाल कर उसका विश्लेषण करते हैं। इस प्रकार के कटाव से स्तर की मोटाई का भी पता लगता है। कहीं तक और कितनी मात्रा में कोयला फैला हुआ है, इसका भी ज्ञान इसी विधि से हो जाता है। प्रति टन कोयला निकालने में कितना खर्च पड़ता है इसकी गणना कर अनुमान लगाते हैं। जब परिणाम संतोषप्रब होता है तब खान का वास्तविक खनन शुरू करते हैं।

यदि कोयले का स्तर सतह से बहुत गीचा नहीं है तो १२ फुट चौड़े और ६ फुट ऊँचे दो रास्ते बनाते हैं। यह रास्ता सतह से ३० अंश कोणनत होता है। पर आज कल ऐसे रास्तों के स्थान में ऊर्ध्वाधार कूपक (Shaft) का होना अच्छा समझा जाता है। कूपक बनाने में वहाँ की मिट्टी की दशा का ज्ञान आवश्यक है। यदि मिट्टी सामान्य है और उसमें जल और बालू नहीं है तो सामान्य रीति से वहाँ खोदाई करते हैं। यदि पानी अधिक है और मिट्टी में चूना पत्थर अथवा लाल पत्थर विद्यमान है तो 'सॉमेट्रीकरण' का सहारा लेते हैं। यदि मिट्टी में बालू है और वह जल से ओत-प्रोत है तो 'हिमीकरण' रीति का उपयोग करते हैं।

सामान्य खोदाई में जहाँ कूपक बनाना होता है वहाँ कहीं गोलाकार, वृत्ताकार और कहीं आयताकार चिन्ह बनाते हैं।

ऊपर की मिट्टी चट्टान तक खोदकर हटा लेते हैं। चिह्न के ऊपर अग्र उपयंत्र (head gear) बनाकर उस पर धूमकर खोदने वाला इंजन (winding engine) बँधाते हैं।

कूपक के पेंदे में ४ से ४½ इंच लम्बाई के अनेक छोटे-छोटे छेद (bore hole)

बनाकर उसमें विस्फोट रख कर जलाते हैं। विस्फोट से चट्टानें टूट जातीं और टूटी चट्टानें बड़ी-बड़ी बाल्टियों में इकट्ठी होती हैं। ऐसी बाल्टियों में १ से ४ टन तक खनिज अंटता है। जब बाल्टियाँ भर जातीं तब निकाल कर सतह पर लाकर इकट्ठा करते हैं।

कोयले की गहराई जैसे-जैसे बढ़ती जाती है गोलाकार कूपक के पार्श्व में लोहा या लकड़ी के बलय रखते जाते हैं, ताकि पार्श्व से मिट्टी गिरकर कूपक को बन्द न कर दे। बलय के बाद लोहे की चादर या लकड़ी का तस्ता डालते हैं। कूपक की गहराई जब ३० फुट या इससे अधिक पहुँच जाती है, तब ईंटों का अथवा क्रांकोट का अस्तर बनाते हैं। यह अस्तर रस्सी के सहारे कूपक में लटके आदमियों द्वारा बनाया जाता है।

कूपक के मध्य से रस्सी द्वारा बाल्टी ऊपर नीचे आती जाती है। इससे कूपक की खोदाई और अस्तर की बनाई साय-साय चलती है। कूपक में धातु की चादर की एक नली भी, २४ इंच से ३० इंच की, वायु के प्रवेद और नििकास के लिए रहती है। समीक्षित वायु के लिए भी एक नल लगा रहता है।

जहाँ धरती में पानी अधिक रहता है वहाँ १५ से ३० कोण पर खोदाई करके सीमेंटीकरण रीति का उपयोग करते हैं। १०० फुट की खोदाई हो जाने पर सीमेंट और पानी को दबाव से उसमें प्रविष्ट कराते हैं। सीमेंट को पानी से दूध-सा पतला द्रव बनाकर धीरे-धीरे उसका गाढ़ापन बढ़ाकर छोटा-सा गढ़ा कर देते हैं। जब सीमेंट और पानी का यह द्रव प्रतिवर्ग इंच पर १००० पाउण्ड के दबाव पर भी प्रविष्ट नहीं करता तब काम बन्द कर देते हैं। सीमेंटीकरण सत्तर-सत्तर फुट पर तब तक करते हैं जब तक पानी वाला तल समाप्त नहीं हो जाता। पानी वाले तल के समाप्त हो जाने पर फिर सामान्य रीति से खोदाई करते हैं।

यदि कहीं सरंध्र मिट्टी मिल जाय तो सीमेंट के साथ सोडियम सिलीकेट और अमोनियम सल्फेट मिला देते हैं। इनसे सीमेंट-जैसीसा पदार्थ बनता है जो सीमेंट के लिए स्नेहक का काम करता और पीछे जमकर कड़ा हो जाता है।

यदि कहीं बालू की सतह मिल जाय तो हिमीकरण रीति का उपयोग करते हैं। हिमीकरण रीति में नमक के विलयन को -20° से 0° ठंडाकर संकेन्द्रित नलों के द्वारा प्रविष्ट कराते हैं। बाह्यनल पेंदे में बन्द होता और अम्यन्तर नल पेंदे में खुला रहता है। अम्यन्तर नल से नमक का ठंडा विलयन जाता और बाह्य नल से निकलता है। इससे बर्फ की बलय अथवा बृत्ताकार दीवारें बनतीं और इसके संरक्षण में खोदाई होती है। खोदाई के बाद ढालवें लोहे का बलय ढालकर जोड़ों को जलरुद्ध कर देते हैं।

कूपक की खोदाई का खर्च घरती की प्रकृति, कूपक की गहराई और कुछ अन्य बातों पर निर्भर करता है। प्रति गज गहराई की खोदाई का खर्च १२०० रुपया तक पहुँच सकता है।

कूपक के ठीक पेंदे में पंजर का स्टेशन होता है। वहाँ ही ठेले में भरकर कोयला आता है। बड़ी खानों में आठ घंटे के दिन में २००० तक ठेले वहाँ आते हैं और उनका कोयला बाहर निकाला जाता है। कूपक के पेंदे से तीन प्रमुख सड़कें निकलती हैं। एक सड़क कोयले के लाने के लिए, एक सड़क खनकों के आने-जाने के लिए और एक सड़क दूषित वायु के निकास के लिए रहती है। इन तीन सड़कों से फिर छोटी-छोटी सड़कें निकलती हैं। सारी खान इन छोटी-छोटी सड़कों से भरी रहती हैं। ये सड़कें सब दिशाओं में, ऊपर नीचे सब ओर जाती हैं। ये सड़कें समय-समय पर आवश्यकता-नुसार जब कोयला निकालने का काम शुरू हो जाता है तब बनती हैं।

कोयला-निष्कासन

खानों से कोयला निकालने की साधारणतया दो रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं। एक रीति को “एक-क्रम” निष्कासन रीति और दूसरे को “दो-क्रम” निष्कासन रीति कहते हैं। दूसरी रीति को ‘गता और स्तम्भ’ (Board and Pillar) रीति भी कहते हैं। इन रीतियों के सिद्धान्त प्रायः एक से ही हैं यद्यपि विस्तार में कुछ अन्तर अवश्य है। कोयले का निकालना केवल हाथों से हो सकता है अथवा केवल यंत्रों से हो सकता है।

पहली रीति में कोयले का तल तैयार किया जाता है। यह तल एक सौ गज से लेकर कई सौ गज तक लम्बा हो सकता है। इस तल से ४½ फुट से ५½ फुट गहराई का कोयला काटकर इकट्ठा किया जाता है। इसके काटने से छत और गच के बीच का स्थान खाली हो जाता है। इन दोनों के बीच के स्थान को सूखे पत्थर की गिट्टी से भर देते हैं। यदि इसे भरा न जाय तो छत के झुक जाने की सम्भावना हो सकती है। स्मरण रखना चाहिए कि चट्टानों का भार बहुत अधिक होता है। प्रति फुट गहराई में प्रतिवर्ग इंच पर एक पाउण्ड का भार पड़ता है। गच और छत के बीच ऊर्ध्वा-धार खम्भे और छड़े रखकर छत को गिरने से बचाते हैं।

प्रायः खनक कोयले को काटता और तोड़ता (blast) है। काटने के लिए ‘कोयला कर्तक’ इस्तेमाल होता है। कर्तक (cutter) से हाथ द्वारा अथवा मशीन द्वारा काटा जाता है। कोयले को फिर ठेले (tub) में भर कर परिवहक (conveyor) द्वारा कूपक तक पहुँचाने के लिए छोड़ देते हैं। कोयले के काटने से जो नया

है। अमेरिका में इस रीति में अधिक सफलता मिली है। अमेरिकी आधुनिक है। वे बहुत अधिक गहराई तक खोदी नहीं गयी है अधिकांश खानें ५० वर्ष से अधिक काल से खोदी जा रही हैं। उनमें अधिक है और उनके सर्वश्रेष्ठ कोयले निकाले जा चुके हैं।

कोयले को खानों से बाहर निकालना बड़ा पेचीदा कार्य है। यदि प्रतिदिन २००० टन कोयला निकाला जाता है, तो ऐसी खानों में ४ से ८ टन ४,६ या ८ की संख्या में प्रतिदिन कूपक के पेंदे में पहुँचते हैं। ये टन से कोयला-क्षेत्र के अनेक स्थलों से आते हैं। कोयला भरे टर्बों के अति भी चारों ओर खानों में जाते हैं। कोयले के निकालने का काम बड़ा प्रावि (cal) होता है। इसका ठीक-ठीक ज्ञान खानों में जाकर देखने से ही

खानों में वायु के आवागमन का काम भी बड़े महत्व का है। खानों की चाली और दूषित गैसों को हलका करने और निर्दोष बनाने की आवश्यकता खानों को ठंडा रखने और नमी को कम करने के लिए बड़ी मात्रा में वायु पड़ती है। खानों के गरम भाग से ठंडे भाग में और ठंडे से गरम भाग प्रवाह आप से आप होता रहता है। वायु का ऐसा संवाहन प्राकृतिक है। यह पर्याप्त नहीं है। पर्याप्त वायु के आवागमन के लिए खींचने वाले पंखों, का प्रबन्ध करना पड़ता है। इसके लिए दो किस्म का उपयोग होता है। ऐसे पंखों से प्रति मिनट ४००,००० घन फुट तक की आवश्यकता पड़ती है। इनके इंजन ४०० से ५०० अश्वबल के हैं। घरती के बाह्य तल पर स्थित होते हैं। कभी-कभी खानों के अन्दर भी के रखने की आवश्यकता पड़ती है। सन् १९५५ में भारत की १४९ वायु खींचनेवाले पंखे प्रयुक्त हुए थे जब कि सन् १९५४ में केवल २२२ पंखे

खानों में मियेन नामक एक ज्वलनशील गैस कोयलों से निकालती मात्रा विभिन्न रह सकती है। प्रति टन कोयले में २००० घन फुट तक निकाली जा सकती है। यह आवश्यक है कि खानों में वायु में मियेन की मात्रा २३ प्रतिशत न रहे। अधिक रहने से अग्न लग जाने की सम्भावना रहती है। वायु खानों की आर्द्रता भी कम रखी जा सकती है। गरम खानों में पसीने से ही खनकों को ठंडक पहुँचायी जा सकती है। पसीना तब ही सुखता आर्द्रता कम रहती है। बिना पानी के उद्घाटन से ठंडक नहीं उत्पन्न

कभी-कभी खानों में पानी भी इकट्ठा हो जाता है। किसी-किसी दिन १००० गैलन तक पानी इकट्ठा हो सकता है। ऐसे पानी को

का प्रबन्ध होना चाहिए। पानी के पम्प से पानी निकाला जाता है। इसके लिए अनेक प्रकार के पम्प इस्तेमाल होते हैं। यह बड़ा आवश्यक है कि पम्प करने का प्रबन्ध बहुत अच्छा हो, नहीं तो खानों में दुर्घटनाएँ हो जाने का भय रहता है। धनवाद के निकट हाल में ही एक खान में पानी के कारण अनेक व्यक्तियों की जान चली गयी। बिजली से चलनेवाले पम्प अधिक विश्वसनीय होते हैं।

खानों में रोशनी का प्रबन्ध रहना बहुत आवश्यक है। यह रोशनी ऐसी होनी चाहिए कि उससे जलनेवाली गैसों में आग लगने का भय न रहे। खनक एक वहनीय (Portable) लैम्प सदा अपने साथ रखता है। पहले डेवी-लैंड्रन लैम्प इसके लिए प्रयुक्त होता था। ऐसे लैम्पों में तेल जलता था। पर आज बैटरीवाले बिजली के टोर्च इस्तेमाल होते हैं। ये लैम्प हाथों में अथवा कमर में बँधे रहते हैं और उनका बल्ब हँड में लगा रहता है। ऐसे लैम्पों की कंडल सामान्य एक से चार होती है। भारत की खानों में सन् १९५५ में ३९,८९३ लैम्प प्रयुक्त हुए थे जिनमें १२१२४ बिजली के लैम्प, ६२५३ डेवी-लैंड्रन लैम्प और शेष अन्य प्रकार के लैम्प थे।

खानों में विस्फोटन की सम्भावना रहती है पर विस्फोटन से उतने आदमी नहीं मरते जितने छतों के गिरने से मरते हैं। १९४५ ई० में इंग्लैंड में प्रति १००० मनुष्यों में ०.८ मनुष्यों की मृत्यु हुई थी जिनमें ५० प्रतिशत से अधिक मनुष्यों की मृत्यु केवल छत गिरने से हुई थी।

सन् १९५५ में भारत में जितनी दुर्घटनाएँ हुईं उनमें २१५ ऐसी दुर्घटनाएँ थीं जिनमें ३३९ मनुष्यों की मृत्यु हुई और २,७८० ऐसी दुर्घटनाएँ थीं जिनमें २८५० व्यक्ति गम्भीर रूप से क्षतिग्रस्त हुए थे। मृत्यु की संख्या प्रति १००० मनुष्यों में ०.८९ व्यक्तियों की थी और क्षतिग्रस्तों की संख्या प्रति १००० में ८.२८ व्यक्तियों की थी। प्रति दस लाख टन कोयले के उत्पादन पर ८.०८ मनुष्यों की मृत्यु हुई थी।

खानों में चालन-शक्ति की आवश्यकता पड़ती है। १९ वीं शताब्दी के अन्त तक भाप से प्राप्त शक्ति ही प्रयुक्त होती थी। सारा काम उभीमे होता था। पर आज भाप के साथ-साथ सम्पीड़ित वायु और बिजली का भी उपयोग अधिकता में हो रहा है। खानों में भाप से इंजन चलते हैं। प्रत्येक खान में वायलर अवश्य रहता है। साधारणतया प्रति घंटा ३०,००० पाउण्ड भाप की जरूरत पड़ती है। पहले संका-शायर वायलर प्रयुक्त होता था। आज जल-नल वायलर का उपयोग होता है।

बिजली और सम्पीड़ित वायु का उपयोग आज बहुत अधिक बढ़ गया है। प्रति-टन कोयले के निकालने में प्रतिघंटा २० निम्नोवाट बिजली खर्च होती है। यदि हर गाल २००० लाख टन कोयला निकालना पड़े तो उसके लिए ४,०००० लाख

किलोवाट विजली खर्च होगी। सन् १९५५ में ३६४ कोयले की खानों में विजली प्रयुक्त हुई थी जिनका अश्व-बल २५८,५४६ था जब कि सन् १९५४ में केवल ३४९ खानों में २२२,००६ अश्वबल प्रयुक्त हुआ था।

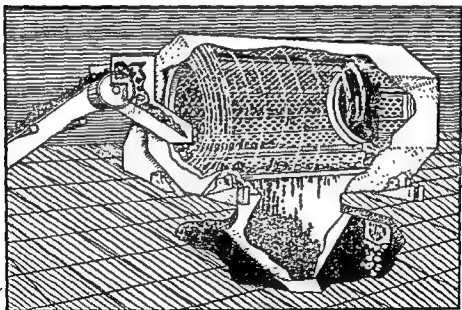
सन् १९५५ में खानों कोयला में तोड़ने के लिए विस्फोटकों का उपयोग हुआ था। ऐसे विस्फोटकों की मात्रा १८,३४,६३० पाउण्ड थी जिसमें २२,७३,४६६ पाउण्ड ऊँचे विस्फोटक थे और ५,३००,५८३ पाउण्ड बारूद था। इस वर्ष १०,३४६,३६८ विस्फोटक-यंत्र (detonators) प्रयुक्त हुए थे।

वीसवाँ अध्याय

कोयले की चलाई और सफ़ाई

जैसा कोयला खानों से निकलता है वैसा कोयला बेचने के बेचने के लिए कोयले को तैयार करना पड़ता है। यह चलाई और सफ़ाई से होता है।

खानों से निकले कोयले में कंकड़ और सीप (shale) मिले रहते हैं। इनसे कोयले में राख की मात्रा बढ़ जाती है। इस कारण कंकड़, सीप और सलेट का निका-



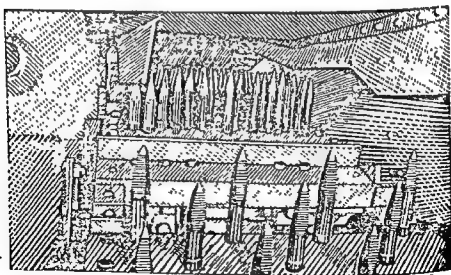
चित्र २५—बैंडकोर्ड प्रेसर

लना बहुत जरूरी है। कुछ खानों में हाथों से चुनकर कंकड़ों को निकालते हैं पर बड़े और आधुनिक खानों में 'घावन' अथवा 'शुष्क घावन' रीति का उपयोग होता है।

खानों में निकले कोयले एक आकार के नहीं होते। कुछ टुकड़े बड़े-बड़े पिंडों में, कुछ छोटे-छोटे ढेरों में और कुछ धूल या सूक्ष्म कणों में होते हैं। इन्हें अलग-अलग

करने की आवश्यकता पड़ती है। बड़े-बड़े पिंडों को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ते हैं। कोयले के तोड़ने की मशीनें होती हैं। एक ऐसी मशीन ब्रैडफोर्ड ब्रेकर (Bradford Breaker) है। इसमें एक वेलनाकार डिंडिम (drum) होता है। इसमें एक विशेष प्रकार के मजबूत इस्पात के पट्टे बने होते हैं। ऐसे पट्टों में एक विस्तार के छेद होते हैं। ऐसे छेद एक इंच से १'७५ इंच तक व्यास के होते हैं। यह डिंडिम एक अनुदैर्घ्य अक्ष पर घूमता है। डिंडिम में एक ओर से कोयला प्रविष्ट होता है और ऊपर उठकर पेदे में गिरता है। बार-बार गिरने से कोयले टुकड़े-टुकड़े होकर छेदों से निकल कर नीचे गिर पड़ते और पत्थर के टुकड़े दूसरी ओर पहुँचकर निकाल लिये जाते हैं। डिंडिम बिल्कुल क्षैतिज न होकर कुछ तिरछा होता है जिससे पत्थरों के निकलने में राहलियत होती है। चूँकि कोयला धीरे-धीरे गिरता है इससे धूल अधिक नहीं बनती। ऐसी मशीन ६ से १२ फुट व्यास तक की और ८ फुट से २२ फुट तक लम्बी होती है। बड़ी-बड़ी मशीनों में प्रतिघंटा २५० से ४८० टन तक कोयला टूट सकता है। पूर्णन की चाल प्रति मिनट १२ और १८ चक्कर रहती है। ऐसी ब्रैडफोर्ड मशीन का चित्र यहाँ दिया हुआ है।

कोयला तोड़ने की एक दूसरे प्रकार की मशीन होती है जिसे 'पिक ब्रेकर' कहते हैं। पिक ब्रेकर में तोड़ने के लिए इस्पात के नोकदार कांटे होते हैं। कांटों की दूरी

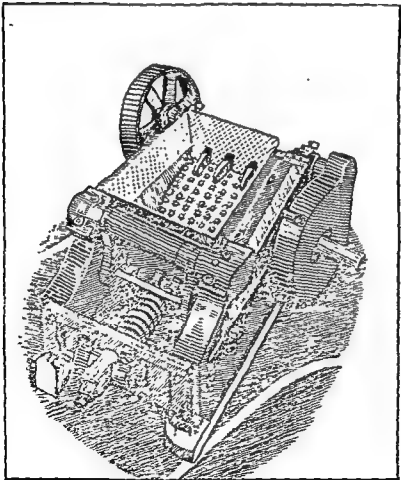


चित्र २६—पिक ब्रेकर का मंच

कितनी रहनी चाहिए, यह कितना बड़ा टुकड़ा तोड़ना है उस पर निर्भर करता है।

पहले कोयले को बड़े-बड़े टुकड़ों में तोड़ते हैं। फिर उसे छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ते हैं। बड़े-बड़े टुकड़ों में तोड़ने के लिए चित्र में ऊपर के कांटे हैं और छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ने के लिए छोटे-छोटे कांटे 'गोण कांटे' हैं। प्राथमिक कांटे दूर-दूर और गोण कांटे पास-पास रहते हैं। इस तरह तोड़ने में कोयले की कुछ धूलें भी बनती हैं। उसका भी उपयोग है।

कोयले में यदि अधिक कंकड़ पत्थर न हों तो दलित्र का उपयोग हो सकता है।



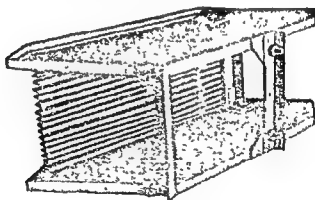
चित्र २७—एक-रम्भ दलित्र

दलित्र में दांतवाले रम्भ होते हैं। किसी दलित्र में एक रम्भ होता है, किसी में दो

और किसी में दो से अधिक। एक रम्भवाले दलिय में रम्भ कोयले को पट्ट पर दबा कर सोड़ता है। दो या दो से अधिक रम्भवाले दलियों में दो रम्भों के बीच में कोयला टूटता है। ये रम्भ बड़े भजवूत और कठोर होते और इस्पात के पात्र में स्थित रहते हैं। ऊपर से कोयले के बड़े-बड़े टुकड़े प्रविष्ट होते हैं। बीच में टूट कर कोयले के छोटे-छोटे टुकड़े पड़े से निकल जाते हैं। उन्हें छ नकर अलग-अलग आकार के कोयले को अलग-अलग झकट्टा करते हैं। एक ऐसे एक-रम्भ दलिय (Single Roll-crusher) का चित्र यहाँ दिया हुआ है।

कोयले के विभिन्न आकार के टुकड़ों को अलग-अलग करने की आवश्यकता पड़ती है। कोयले का यह धेणो-विभाजन चलाई (Screening) के द्वारा होता है। चलाई के लिए अनेक प्रकार की चलनी प्रयुक्त होती हैं। उनमें निम्नलिखित चलनी अधिक महत्व की हैं—

(१) छड़ चलनी (Bar screen) या गुरुत्व चलनी (Gravity screen)
—यह चलनी लोहे के छड़ की बनी होती है। यहाँ छड़ आवश्यक दूरी पर एक दूसरे के समानान्तर रखे होते हैं। ये ऐसे मत रखे रहते हैं कि कोयले के टुकड़े उन पर

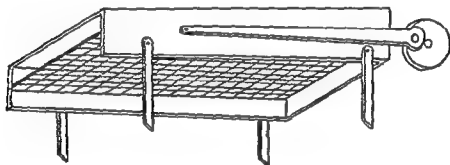


चित्र २८—छड़ चलनी

गुह्ता से फिसल सके। बड़े-बड़े टुकड़े फिमल कर पड़े में चले आते और छोटे-छोटे टुकड़े छड़ों के बीच से निकल कर नीचे गिर पड़ते हैं। नीचे अधोवाप (हॉपर) में वे इकट्ठे होते हैं। ऐसी चलनी करीब ३ से ६ फुट चौड़ी और ८ से १२ फुट लम्बी होती है।

ऐसी चलनी बड़ी सरल और सस्ती होती है। इसके बैठाने में सर्व कम पड़ता है। इसके चलाने में शक्ति की आवश्यकता नहीं पड़ती। इसकी देख-रेख में किसी सावधानी की आवश्यकता भी नहीं पड़ती। पर इसमें कोयले का श्रेणी-विभाजन ठीक-ठीक नहीं होता। गिरने से कोयला कुछ टूट भी जाता है। अब भी छड़-चलनी व्यवहार में आती है पर अब उसका प्रचलन धीरे-धीरे कम हो रहा है।

कम्पन चलनी (Shaking screen)—कम्पन चलनी एक आयताकार नट पट्ट होती है। पट्ट में उचित विस्तार और आकार के छेद होते हैं। पट्ट मजबूत फ्रेम में एक नम्य (flexible) स्तम्भ पर चढ़ाया होता है। यह फ्रेम घूमनेवाले

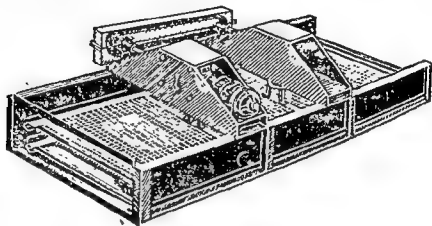


चित्र २९—कम्पन चलनी

यंत्र से जुड़ा रहता है। यह यंत्र चलनी को आगे-पीछे कम्पित करता है। कम्पन से कोयले छनकर नीचे गिर पड़ते हैं। एक के ऊपर दूसरी, कई श्रेणियों के चलते रहने से मिश्र-भिन्न विस्तार के कोयले अलग-अलग किये जा सकते हैं। ऐसी चलनी में ३ इंच तक के कोयले अलग-अलग किये जा सकते हैं। यह चलनी भी काम करने में सरल और सस्ती होती है और इससे पर्याप्त कोयला चाला जा सकता है। इसी सिद्धान्त पर बेलनाकार चलनी भी बनी है। बेलन के पट्ट में छेद होते हैं। छेद भिन्न-भिन्न विस्तार के होते हैं। यह भी अनुदैर्घ्य कक्ष पर परिभ्रमण करता है। इसमें भी कोयला अनेक श्रेणियों में विभाजित हो सकता है। साधारणतया कोयले दो विस्तारों में अलग-अलग किये जाते हैं।

परिभ्रमित चलनी (Vibrating screen)—महीन कोयले को मोटे कोयले से अलग करने में यह चलनी अधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। इसमें तार जाली लगी रहती है। कम्पन की गति प्रति मिनट ५०० से २००० तक रहती है। यहाँ भी चलनी कई किस्म की होती है। यहाँ कम्पन यंत्रों से अथवा विद्युत्-युक्ति से होता

हैं। क्षितिज के 40° कोण पर चलनी रखी रहती है। चलनी २ से ६ फुट चौड़ी और ३ से २० फुट लम्बी रह सकती है। १ इंच के और इससे छोटे कोयले इससे सरलता से अलग हो जाते हैं। विभिन्न-अक्षिकी तार जाली के व्यवहार से कोयले कई श्रेणियों में विभाजित किये जा सकते हैं।



चित्र ३०—परिभ्रमित चलनी

इनके अतिरिक्त अन्य किस्म की चलनी प्रयुक्त होती है। बेलनाकार चलनी का भी उपयोग हुआ है। बेलनाकार चलनी में भिन्न-भिन्न विस्तार के छेदों की मजबूत जाली लगी रहती है। छेदों से विभिन्न विस्तार के कोयले अलग-अलग हो जाते हैं।

कोयले की सफ़ाई

कोयले में लकड़ी, लोहे आदि के टुकड़े मिले रहते हैं। इन्हें निकाल देना बड़ा आवश्यक है। यह कोयले की सफ़ाई करने से होता है। कोयले में गन्धक और राख की मात्रा कम करने के लिए भी सफ़ाई आवश्यक है। यह सफ़ाई कंकड़ों के हाथ से चुनकर निकालने अथवा धावन-रीति अथवा शुष्क-धावन रीति से होजा है।

कोयले की सफ़ाई के अनेक लाभ हैं। धरेलू चूल्हों में लोग साफ कोयले के व्यवहार को पसन्द करते हैं, उद्योग-धन्धों में भी साफ कोयले की मांग रहती है। साफ कोयले से उत्कृष्ट कोटि का कोक बनता है। लोहे के निर्माण में राख की कमी से कम ईंधन खर्च होता है। इससे गट्टे का खर्च कम हो जाता है। लोहा भी उत्तम प्राप्त होता है। बायलर में राख की कमी से बायलर का उत्पादन बढ़ जाता है। राख में कोयले की क्षति भी कम होती है। यदि कोयले को पीसना पड़े तो कंकड़ों के कारण

पिसाई का खर्च बढ़ जाता है। यदि अधिक राख बने तो उसके हटाने में खर्च भी अधिक पड़ता है।

पर सलाई में लाभ तभी है जब खर्च कम पड़े। कंकड़ों के हटा लेने से कोयले का भार कम हो जाता है। इस कारण प्रति टन साफ़ कोयले की दर बढ़ जाती है। साफ़ कोयला इस कारण महंगा पड़ता है।

कोयले की राख दो कारणों से बनती है। एक कारण कोयले में कंकड़-पत्थरों का रहना है। ये कंकड़-पत्थर खानों से आते हैं। कोयला-स्तरों के गंधों, छत्तों और कंकड़ों की पट्टियों (band) में आते हैं। इन्हें सलाई से दूर किया जा सकता है। कोयले की अधिकांश राख इन्हीं कंकड़-पत्थरों से आती है। कोयले की कुछ राख कोयले में ही निहित रहती है। यह राख उन पीधों से आती है जिनसे कोयला बना है। पीधों में कुछ मिट्टी मिली रहती है। यह भी कोयले की राख में रह जाती है। ऐसी राख को कोयले में निकाल नहीं सकते। यदि कोयले में ऐसी राख आवश्यकता से अधिक मात्रा में रहे तो विशेष-विशेष कामों के लिए ऐसे कोयले इस्तेमाल नहीं किये जाते। इन्हें ऐसे कामों में प्रयुक्त करते हैं जिनमें अधिक राख से विशेष क्षति नहीं होती।

कोयले में कंकड़ दो रूपों में रहते हैं। कुछ कंकड़ कोयले के साथ पर अलग रहते हैं। ऐसे कंकड़ों को घुलाई से बड़ी सरलता से निकाल सकते हैं। कुछ कंकड़ कोयले के साथ बंधे हुए रहते हैं। इन्हें दूर करने के लिए कोयले को तोड़ने की आवश्यकता पड़ती है। कोयले के तोड़ लेने पर तब फिर घुलाई से कंकड़ों को निकाल सकते हैं।

कोयले में कंकड़ों का वितरण एक्स-किरण परीक्षण से जाना जा सकता है। एक्स-किरण चित्र में कंकड़ काले-काले धब्बे के रूप में देख पड़ते हैं।

घुलाई के पूर्व कोयले का परीक्षण कर देख लेना चाहिए कि धावन से लाभ हो सकता है या नहीं। ऐसे धावन के लिए एक उपयुक्त द्रव चाहिए। ऐसे द्रव का विशिष्ट भार १.२५ और १.६० के बीच अथवा इससे कुछ ऊँचा रहना चाहिए। ऐसा द्रव बेन्जीन और कार्बन टेट्रा क्लोराइड के विभिन्न आयतन में मिलाने में प्राप्त होता है। कैल्सियम और मग्नेश क्लोराइड का विलयन भी इस्तेमाल हो सकता है।

कोयले और कोयले में उपस्थित कुछ धनिजों के विशिष्ट भार इस प्रकार हैं।

शुद्ध विटुमिनी कोयला	१.२८-१.३७
सीप और सलेट मिला हुआ कोयला	१.४०-१.६०
सीप, मिट्टी और चूना पत्थर मिला हुआ कोयला	२.०-२.६४
भाक्षिक (पाइराइटिज)	२.४-४.९५
कैल्साइट (चूना-पत्थर)	२.७
जिप्सम	२.३

विशिष्ट-भार की विभिन्नता के कारण कोयले की सफाई हो सकती है। ऐसी विधि को 'फ्लव और निमज्ज' (Float and Sink) विधि कहते हैं। इस विधि में ऐसे द्रव को चुनते हैं जिसका विशिष्टभार शुद्ध कोयले और अपद्रव्य के बीच के विशिष्टभारों के बीच का, १.२५ विशिष्टभार का, होता है। कोयले के थोड़े नमूने को उसमें डालते हैं। कुछ कोयला बैठ जाता और कुछ उतरा जाता है। इन्हें अलग-अलग कर लेते हैं। जो कोयला बैठ गया है उसे फिर अधिक विशिष्टभार के द्रव में वैसा ही करते हैं और उन्हें अलग-अलग इकट्ठा कर उनमें राख की मात्रा निर्धारित करते हैं। परिणाम को इस प्रकार अंकित करते हैं—

सारिणी—फ्लव और निमज्ज परीक्षण का परिणाम

कोयला प्रभाग का विशिष्टभार	प्रतिशत प्राप्ति	राख प्रतिशत
१.२५ से कम	५.०	०.८
१.२५ से १.३० के बीच	६०.०	२.५
१.३० से १.३५ "	१०.०	८.०
१.३५ से १.४० "	४.०	१६.॥
१.४० से १.५० "	३.०	२५.०
१.५० से १.६० "	३.०	३५.०
१.६० से ऊपर	१.५	७०.०

जो अंश बैठ जाता और जो अंश उतराया रहता है उसका संचयी सम्बन्ध निम्न-लिखित सारिणी में स्पष्ट हो जाता है।

विधिष्टमार	उतराया अंश		बैठा हुआ अंश	
	प्राप्ति प्रतिशत	राख प्रतिशत	प्राप्ति प्रतिशत	राख प्रतिशत
१.२५	५	०.८	९५	१६.०
१.३०	६५	२.४	३५	३९.३
१.३५	७५	३.१	२५	५१.८
१.४०	७९	३.८	२१	५८.५
१.५०	८२	४.६	१८	६४.१
१.६०	८५	५.६	१५	७.०

इस परीक्षण में पता लगता है कि बड़े पैमाने पर धुलाई से कैंमा कोयला किस मात्रा में प्राप्त हो सकता है।

साधारणतया यदि कोयले के टुकड़े ३ इंच से बड़े हों तो हाथ से चुनकर सफाई करते हैं। यदि टुकड़े ३ इंच से छोटे हों तो यंत्रों का सहारा लेना पड़ता है। हाथ से चुनने के लिए धीरे-धीरे चलनेवाला एक परिवहक (conveyor) होना है। परिवहक पर कोयला धीरे-धीरे आगे बढ़ता है। परिवहक के बगल में आदमी खड़े रहते हैं। कंकड़ों और निष्कृष्ट कोटि के कोयले को उठाकर अलग रखने जाते हैं। यदि चमकीले और धुंधले कोयले को भी अलग करना हो तो उसे भी अलग करते जाते हैं। कुछ लोग चमकीला कोयला चाहते और कुछ लोग धुंधला चाहते हैं। उनके लिए ऐसा करने की आवश्यकता पड़ती है।

हाथ से चुनने के स्थान में यंत्रों का उपयोग अब धीरे-धीरे बढ़ रहा है। अब तो ऐसे कोयले की मांग अधिक है जिसके रासायनिक और भौतिक गुण एक विशेष प्रकार के हों। इसके लिए यंत्रिक धावन का उपयोग अब अधिक अधिक हो रहा है।

धावन के अनेक यंत्र बने हैं। भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न किस्म के यंत्र प्रयुक्त होते हैं। उनकी बनावट में बहुत विभिन्नता देखी जाती है। पर जिस सिद्धान्त पर ये यंत्र बने हैं उनमें बहुत विभिन्नता नहीं है। कोयले की धुलाई जल से हो सकती है। गुरुता के कारण वे पृथक् होते हैं। ऐसी धुलाई को 'आर्द्र धावन' कहते हैं। आर्द्र धावन में जल का उपयोग होता है। कुछ धावन में जल का उपयोग नहीं होता। इसके लिए अन्य द्रव्य प्रयुक्त होते हैं। ऐसी धुलाई को 'क्षुष्क धावन' कहते हैं। कोयले की सफाई में इनके अतिरिक्त 'प्लव और निमज्ज' रीति और 'फेन उत्प्लावन' रीति का भी उपयोग होता है। इनमें आर्द्र धावन रीति से ही अधिक कोयले की सफाई होती है।

मध्य युग में १९ वीं शताब्दी में खनिजों की सफाई और धुलाई के लिए एक किस्म के पात्र का उपयोग होता था जिसे 'जिग' कहते थे। इसी 'जिग' के आधार पर आधुनिक यंत्र बने हैं जिन्हे 'जिग' धावक कहते हैं। जिग धावक के निम्नलिखित आवश्यक अंग होते हैं—

(१) पानी में डूबे हुए सख्खिद गहरे झंझर (grid) में कोयला रखा जाता है।

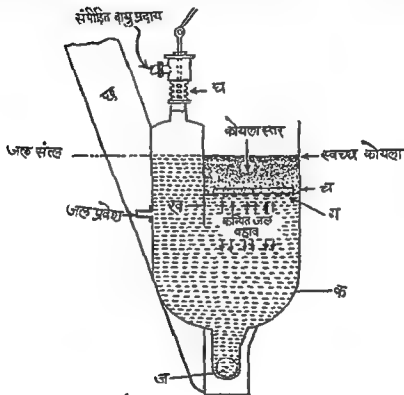
(२) कोयले के तल पर पानी ऊपर नीचे स्पन्दन (pulsate) करता है। ऊपर उठने पर कोयले का तल उठ जाता है और टुकड़ों को हिलने-डोलने का अवसर मिलता है। कम विशिष्टभार के टुकड़े ऊपर उठते और अधिक विशिष्टभार के टुकड़े नीचे बैठते हैं। नीचे जाने पर वे फिर कंकड़-पत्थरों से मिल जाते हैं।

(३) कई बार के ऊपर नीचे आने-जाने से ऊपर के कोयले हलके होते और नीचे के भारी। ऊपर के कोयले ऊपर से हटा लिये जाते हैं और नीचे के कंकड़ पड़े में बैठ जाते हैं।

जिगो में 'बीम जिग' सब से आधुनिक है। इस जिग की दो विशेषताएँ हैं। इस जिग में विभिन्न विस्तार के कोयले की धुलाई हो सकती है जब कि अन्य जिगों में केवल एक विस्तार के कोयले ही धोये जाते हैं। इस जिग में वायु के दबाव से स्पन्दन होता है जिससे कोयला ऊपर नीचे उठता है।

बीम जिग में एक टंकी 'क' होती है। यह पानी से भरी रहती है। अनुदैर्घ्यतः यह एक व्यवधान 'ख' द्वारा दो कक्षों में बंटा रहता है। इस बंटने के कारण ही यह अंग्रेजी अक्षर यू आकार का हो जाता है। यू के एक बाजू में झंझर 'ग' रहता है। झंझर पर कोयले की एक फुट मोटी तह रखी जाती है। यू के दूसरे बाजू में वायु का बत्त 'घ' लगा रहता है। यह बत्त सम्पीड़ित वायु के साथ जुटा रहता है। इसी वायु से पानी ऊपर नीचे एक मिनट में ३० से ६० बार स्पन्दन करता है।

कोयला दाहिने पार्श्व से प्रविष्ट कर दो सछिद्र झरारों से निकलकर वामपार्श्व में जाता है जहाँ साफ कोयला निकाल लिया जाता है। कोयले के भारी टुकड़े प्रवेश स्थान पर ही नीचे बैठ जाते और 'च' विल से और 'घ' उत्पापक से निकाल लिये जाते हैं। सूक्ष्म मल 'ज' भ्रमि द्वारा उत्पापक में आता है।

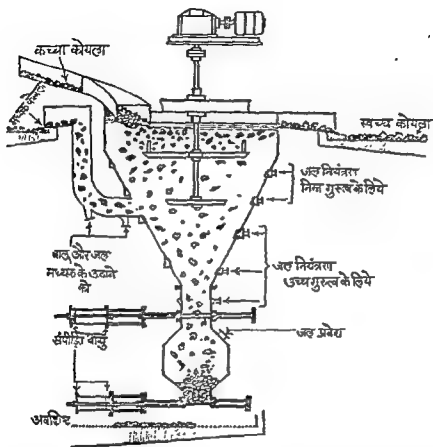


चित्र ३१—योगजिग रेखाचित्र

मल ज्यों ही इकट्ठा हो उसे हटा लेता अच्छा होता है, नहीं तो कोयले के साथ वह फिर मिल जा सकता है। पहले यह काम हाथों से होता था पर आज यह आरम्भ-युक्ति में होता है। इसके लिए एक प्लव 'झ' रहता है। यह कोयले और कंकड़ के बीच में स्थित रहता है। यदि कंकड़ का स्तर बढ़ जाय तो प्लव ऊपर उठ जाता और तब कंकड़ के निकाल की गति बढ़ जाती है।

चांस धावक (Chance Washer)—चांस धावक में एक संवत्वार पात्र होता है। इसमें उचित विशिष्टमार का बालू (बालू का विस्तार ४० और ८० अंश के बीच रहता है) और जल का मिश्रण प्रशुब्ध किया रहता और तब कच्चा

उठाते हैं। क्रिसोल की मात्रा बड़ी अल्प लगती है। प्रति टन कच्चे कोयले के लिए १ से ५ पाउण्ड क्रिसोल इस्तेमाल हो सकता है।



चित्र ३३—“चौस” धावक

बारवोय धावक (Barvov's Washer)—एक तीसरे किस्म का धावक बारवोय धावक है। यह आयताकार पात्र है। नीचे की ओर पतला होता जाता है। इस पात्र को कुछ अधिक सघन द्रव से भरते हैं। ऐसा द्रव जल में महीन पीसा हुआ बेराइटीज (बेरियम सल्फेट) और मिट्टी के मिलाने से प्राप्त होता है। पात्र के एक ओर से कोयला प्रविष्ट करता और ऊपर तैरता हुआ यांत्रिक संकिर (rake) से निकाल लिया जाता है। द्रव का विनिष्ट भार ऐसा रहता है कि कंकड़ और मध्यक (middlings) पात्र में बैठ जाते और वहाँ से दूसरे पात्र में निकाल लिये जाते

है। इस पात्र में भी वैसा ही द्रव रखा रहता है। यह द्रव धीरे-धीरे ऊपर नीचे उठता रहता है। यहाँ कंकड़ नीचे बैठ जाता और मध्यक ऊपर उठकर अलग हो जाता है। साफ और मध्यक कोयले और कंकड़ पर पानी का फुहारा देकर चिपके द्रव को निकाल लेते हैं। पानी के फुहारे से द्रव जो पतला हो जाता है उसे फिर संकेन्द्रित कर गाढ़ बना लेते हैं।

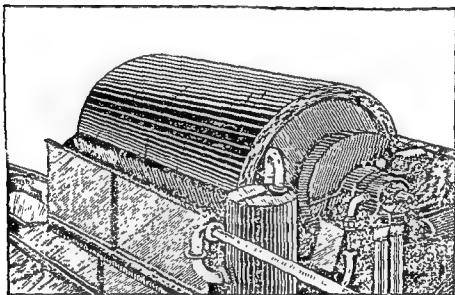
स्वफेन उत्प्लावन संयन्त्र—इस संयन्त्र में उत्प्लावन के लिए किसी प्रतिकारक की आवश्यकता होती है। ऐसा प्रतिकारक अलकतरा अथवा पेट्रोलियम का अंश होता है। प्रतिकारक में कोई ऐसा पदार्थ रहना चाहिए जो कोयले के तल पर अवशोषित हो जाय। इसमें ऐसा पदार्थ भी रहना चाहिए जो छोटे-छोटे बुलबुले बनकर कोयले में सटकर कोयले को हलका बनाकर ऊपर तल पर उठा सके। दूसरे काम के लिए क्रिटोल अच्छा समझा जाता है। यह अलकतरे में रहता है। प्रति टन कच्चे कोयले की सफाई के लिए ऐसे प्रतिकारक का एक से पाँच पाउण्ड तक लग सकता है। यह मात्रा कुछ अधिक नहीं है।

कोयले की सफाई के पहले कोयले से महीन कणों, धूलों, को निकाल डालना जरूरी होता है। यदि ऐसा न किया जाय तो पानी धूल से भर जाता और द्रव के विशिष्टभार को बदल देता है। इससे पानी फिर इस्तेमाल के योग्य नहीं रहता। धूल के निकालने के लिए कोयले को महीन चलनी से चालने और बीच-बीच में फटकने की आवश्यकता पड़ती है। फटकन के लिए वायु का प्रवाह चाहिए। महीन कोयले के अनेक उपयोग हैं। धूल निकालने के लिए कोयले का सूखा रहना आवश्यक है। भीगे कोयले से धूल ठीक तरह से नहीं निकलती।

लौण्डन (flocculation)—पानी में जो कोयले की धूल रह जाती है उसे निकालने की आवश्यकता पड़ती है। यदि ऐसे पानी को निधारक टकी में ले जाकर छोड़ दें तो धूल बैठ जाती है। यह क्रिया बड़ी मन्द होती है पर यदि उस पानी में अल्प मात्रा में कोई लौण्डकारक प्रतिकारक डालें तो धूल-कण मिलकर क्षीघ्र पिंड बन जाते और ये जल्दी ही नीचे बैठकर ऊपर के पानी को स्वच्छ कर देते हैं। इसके लिए प्रतिकारक के रूप में चूना अथवा स्टार्च का व्वाथ (concoction) या दोनों के मिश्रण उपयुक्त होते हैं।

छानना (filtration)—कोयले के महीन कणों को अथवा स्वच्छ कोयले को पृथक् करने के लिए कभी-कभी छानने की आवश्यकता पड़ती है। इसके लिए ड्रम (डिडिम) छनना (drum filter) प्रयुक्त होता है। यहाँ बेलनाकार ड्रम विवर्ता (trunnions) पर आधारित होता है और धीरे-धीरे परिभ्रमण

करता है। डिडिम का निचला भाग उस टंकी में डूबा रहता है जिसमें छननेवाला पदार्थ रखा रहता है। डिडिम का अन्त्यन्तर भाग कई हिस्सों में बंटा रहता है। प्रत्येक भाग में एक नल जोड़ा रहता है। ये नल फिर मध्य के एक बल्ब से जुटे रहते हैं। उसी बल्ब से चूषण का प्रबन्ध रहता है।



चित्र ३४—ड्रम फिल्टर

कोयले से पानी निकालना—घोये कोयले को चलनी में रखने से कोयले का पानी बहुत कुछ बह कर निकल जाता है। पर महीन और जल कोयले से पानी जल्द नहीं निकलता। इसके लिए कोयले को जल-निष्कासन (drainage) कोलकी या कोष्ठ (bunker) में पर्याप्त समय तक रखने की आवश्यकता पड़ती है। इसके लिए अनेक कोष्ठ रहना चाहिए। कोष्ठ के पंढे में छड़-जाली रहती है जिससे पानी बह जाता है।

पानी को जल्द निकालने के लिए आजकल केन्द्रापसारक का उपयोग होता है। केन्द्रापसारकों में डिडिम होता है अथवा पिटक। ये बहुत द्रुत गति से घूमते हैं। उसमें कोयला रखा दिया जाता है। डिडिम के छेदों अथवा पिटक के छेदों से पानी निकल जाता है। इसके लिए विशेष प्रकार के शुष्ककारक होते हैं। एक ऐसा शुष्ककारक मकनली कार्पेन्टर कोल ड्रायर (McNally-carpenter coal drier)

हैं जो अमेरिका में प्रयुक्त होता है। इसमें साधारणतया $\frac{3}{4}$ इंच से छोटे कोयले भी छाने जा सकते हैं। प्रति घंटा ४० टन तक कोयला इसमें सुखाया जा सकता है। धोये कोयले का पानी इस यंत्र में २४-२६ प्रतिशत से गिरकर ६-७ प्रतिशत हो जाता है।

कोयले की धुलाई में जो पानी प्रयुक्त होता है उसमें कोयले के महीन कण लटके रहते हैं। उस पानी को फिर से काम में लाने के पहले इन कणों को अंशतः निकाल लेना आवश्यक होता है। इसके लिए ऐसे पानी को किसी स्थूलकारक (thickener) में रखकर निथरने के लिए छोड़ देते हैं। स्थूलकारक एक छिछला बेलनाकार टंकी सा होता है। टंकी के पेंदे के निकट कई लम्बे बाजू होते हैं जो बाह्य दीवार तक फैले होते हैं। ये एक केन्द्र के ऊर्ध्वाधार अक्ष पर धीरे-धीरे घूमते हैं। इन बाजुओं में फलक (blades) होते हैं जो स्थूलकारक के पेंदे के ठीक ऊपर होते हैं।

स्थूलकारक का व्यास २० से २०० फुट का होता है और गहराई प्रायः १० फुट। बाजू फी घंटा ४ से ८ परिभ्रमण करते हैं।

कोयले की धुलाई से गन्धक की मात्रा कम हो जाती है। अतः गन्धक आक्सीकृत हो अम्ल नहीं बनता। इससे कोयले की अम्लता बढ़ती नहीं है। गन्धक के आक्सीकरण से पानी की अम्लता धीरे-धीरे बढ़ती है। अम्लता से पान का क्षारण होता है। इसे रोकने के लिए पानी में घूना डालकर अम्लता का निराकरण करते हैं।

क्षय धावन में पानी के स्थान में वायु के उपयोग से कोयले की धुलाई होती है। यह रीति कोयले के छोटे-छोटे टुकड़ों के लिए $\frac{3}{4}$ इंच या इससे कम के लिए अधिक उपयोगी है। ऐसे कोयले पानी की धुलाई से जल्दी सूखते नहीं हैं। बड़े-बड़े टुकड़ों की भी इससे सफाई हो सकती है। वायु से जो छोटे-छोटे टुकड़े उड़ते हैं उन्हें पकड़ रखने के लिए विशेष प्रवन्ध की आवश्यकता होती है।

इस काम के लिए अनेक प्रकार के शोधक (cleaner) बने हैं। कुछ शोधक जिग-किस्म के होते हैं और कुछ लौण्डर किस्म के। इस प्रकार के शोधक प्रधानतया अमेरिका में प्रयुक्त होते हैं।

भारत की कोयले की खानों में कोयले की धुलाई के संयन्त्र अभी बँटाये नहीं गये हैं पर घोषणा हुई है कि शीघ्र ही ऐसे संयन्त्र अरिया की खानों में बँटाये जायेंगे। अरिया कोयला-क्षेत्र के दुग्धा, गयरडीहा और भोजुडीह में द्वितीय पंचवर्षीय योजना में धोने के संयन्त्र बँटाने की घोषणा हुई है। धावन संयन्त्र प्रत्येक स्थान में एक-एक होंगे। प्रत्येक संयन्त्र में प्रति घण्टा ५०० टन कोयले की धुलाई की क्षमता होगी। प्रत्येक संयन्त्र के बँटाने में लगभग अड़ार्ह करोड़ रुपये लगेंगे। इन संयन्त्रों से इतना

कोयला निकलेगा कि देश के इस्पात के सब कारखाने के लिए पर्याप्त होगा। किस स्थान पर ये संयन्त्र बैठाये जायेंगे इसका सर्वोत्तम समाप्त हो चुका है और सीधे ही संयन्त्र बढ़ाने के लिए और कार्यकर्ताओं के निवास के लिए आवश्यक गृहों का निर्माण शुरू होनेवाला है। सम्भव है कि अब तक कार्य शुरू हो गया हो।

धूल का बनना रोकना—कोयले के तोड़ने में न्यूनाधिक मात्रा में धूल बनती है। धूल बनना रोकने के लिए प्रयत्न हुए हैं। कोयले के परिवहन में भी कोयले बहुत कुछ टूट जाते हैं। यदि कोयले पर अल्प मात्रा में पेट्रोलियम तेल अथवा कैल्सियम क्लोराइड का विलयन छिड़क दिया जाय तो कोयले का टूटना बहुत कुछ रोका जा सकता है। इसके लिए प्रति टन कोयले में एक पाइण्ट से एक गैलन तक पेट्रोलियम तेल लग सकता है। सरांर कोयले में इससे विशेष लाभ होते देखा गया है।

इष्टका-निर्माण—कोयले की धूल को उपयोगी बनाने की एक रीति उन्हें इष्टका में परिणत करने की है। साधारणतया जिस कोयले में राख की मात्रा कम रहती है उसकी इष्टका बनाना अच्छा होता है। यदि कोयले में राख की मात्रा अधिका रहे तो ऐसे कोयले के बाधने में बंधक अधिक खर्च होता है। इससे इष्टका का मूल्य बढ़ जाता है। अधिक बंधक से इष्टका से धुआँ भी अधिक बनता है।

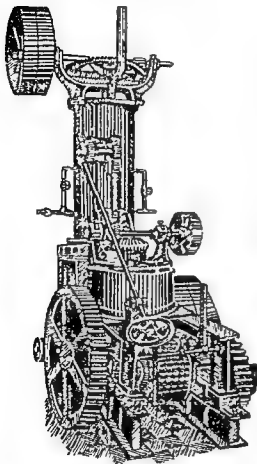
बंधक के रूप में साधारणतया अलकतरे का व्यवहार होता है। धूल को प्रायः ८ प्रतिशत पिच से मिलाकर और यदि आवश्यक हो तो एक बार फिर पीसकर उसे 'कुक्कर' (pug) ऊष्मक में तपाते हैं। यह ऊष्मक ऊर्ध्वाधार वेलन के आकार का होता है जिसे माप से प्रायः ९५° से० तक गरम कर सकते हैं।

ऐसी वसा में पिच पिघल कर धूल के साथ मिलकर चिपकने वाली गाड़ी पिष्टि बनता है। इस पिष्टि को साँचे में रखकर प्रेस में दबाते हैं। जैसा साँचा रहेगा वैसी ही इष्टका बनेगी। इसके लिए साधारणतया दो प्रकार के प्रेस प्रयुक्त होते हैं। एक 'पलंजर' (plunger) प्रेस और दूसरा 'रोल प्रेस'।

पलंजर प्रेस—पलंजर प्रेस में बड़ी-बड़ी इष्टकाएँ बनती हैं। यहाँ साँचा इस्पात का होता है। एक स्थान में पिष्टि साँचे में प्रविष्ट करती है। दूसरे स्थान में पिष्टि दबायी जाती है। प्रतिवर्ग इंच पर एक टन या इससे अधिक दबाव पड़ता है। तीसरे स्थान में इष्टका साँचे से निकाल ली जाती है।

रोल प्रेस—रोल प्रेस में अण्डाकार इष्टका बनती है। इसमें दो बड़े-बड़े गोलक (rollers) होते हैं। इन गोलकों के मुख पर दन्ति (indentations) बनी होती है। वेलनों को एक दूसरे के संसर्ग में लाकर दबाते हैं। दोनों वेलनों की दन्ति एक साथ मिलकर आवश्यक आकार का साँचा बनती है। ज्यों-ज्यों वेलन घूमते हैं

उष्ण पिण्ड उनमें प्रविष्ट होकर इष्टका बनती और आधे संचि को हटा लेने पर वह उससे निकल कर गिर पड़ती है।



चित्र ३५—इष्टका मशीन

लिंगनाइट के बाँधने में छोए का उपयोग हुआ है पर वह अभी तक सन्तोपप्रद नहीं सिद्ध हुआ है। धनवाद के इण्डियन स्कूल आफ माइन्स में ऐसे प्रयोग हुए हैं।

इष्टका बनाने में सब से बड़ी कठिनता पिच की उपलब्धि है। सब स्थान पर पिच नहीं मिलता। पिच के स्थान में दूसरा कोई ऐसा सन्तोपप्रद पदार्थ नहीं प्राप्त हो सका है जो उसका स्थान ग्रहण कर सके। पिच से बनी इष्टका के जलने में धुआँ अधिक बनता है। यदि साफ कोयले की धूल से इष्टका बनाकर उसकी कार्बनीकरण कर लें तो इष्टका के जलने पर धुआँ नहीं बनता। ऐसी इष्टका उत्कृष्ट कोटि की होती है। भारत में पिच के स्थान में छोए के उपयोग का प्रयत्न हो सकता है पर छोए में जो पदार्थ रहते हैं वे जल्दी सूखने वाले नहीं होते और सूख जाने पर भी वायु से जल ग्रहण कर सकते हैं। अनुसन्धान से ही ठीक-ठीक पता लग सकता है कि इष्टका बनाने में छोए का कहाँ तक उपयोग हो सकता है।

इक्कीसवाँ अध्याय

कोयले का संचयन

खानों में कोयला निकाल कर चलाई, सफाई और त्रुटि विभाजन के बाद कोयले के संग्रह और वितरण का प्रश्न उपस्थित होता है। कोयले की मांग आज इतनी बढ़ गयी है कि वितरण का प्रश्न बड़ा जटिल हो गया है। उद्योग-धन्यों के अतिरिक्त घरेलू ईंधन के रूप में कोयले का उपयोग बहुत अधिक बढ़ गया है। खानों से निकलने पर रेल के डब्बों के द्वारा अथवा ट्रकों से ही भारत में कोयला खानों से बाहर भेजा जाता है। खानों के निकट समुद्र-तट या नदी न होने से दूसरा कोई उपाय नहीं है। देश से बाहर भेजने के लिए जहाजों का उपयोग अवश्य हो सकता है पर यह तभी सम्भव है जब कोयला रेल के डब्बों में बन्दरगाहों पर लाया जाय।

भारत की रेल कम्पनियों के पास माल के इतने डब्बे नहीं हैं कि कोयले का वितरण ठीक-ठीक हो सके। यही कारण है कि कभी समाचार आता है कि कोयले के अभाव में कानपुर की मिलें बन्द हो रही हैं तो कभी समाचार आता है कि कोयले के बिना अहमदाबाद की मिलें बन्द हो रही हैं और कभी समाचार निकलता है कि बनारस के पानी कल के लिए केवल हफ्ते भर के लिए कोयला बच गया है और यदि कोयला इस बीच नहीं मिला तो पानी का मिलना बन्द हो जायगा।

भारत में जहाजों के द्वारा भी कोयले का वितरण होता है। दूर समुद्रतट के नगरों को जहाजों से कोयला जाता है। देश के बाहर भी अनेक देशों को जहाज द्वारा कोयला जाता है। ग्रेट ब्रिटेन में अनेक जहाज कम्पनियाँ केवल कोयला ढोने के लिए चली हैं।

कोयले के संग्रह की सदा ही आवश्यकता पड़ती है। कभी कोयला कम खर्च होता है, कभी अधिक। जाड़े में साधारणतया ३० प्रतिशत अधिक कोयला खर्च होता है। कभी-कभी शगड़ों के कारण, हड़ताल के कारण, छुट्टी के कारण, रेल डब्बों की कमी के कारण कारखानों अथवा नगरों में कोयला नहीं पहुँच पाता। ऐसे अवसरों के लिए कोयले का संग्रह कर रखने की आवश्यकता पड़ती है।

कोयले का संग्रह महंगा पड़ता है। संग्रह के लिए उपयुक्त स्थान होना चाहिए, ऐसा स्थान जहाँ कोयला सुरक्षित रखा जा सके। यह स्थान छोटा और बड़ा दोनों हो सकता है। कभी ५, ७, १० टन कोयले के संग्रह की आवश्यकता पड़ती है और कभी २५०,००० टन तक कोयला रखना पड़ता है।

ह्रास

रखने से कोयले का ह्रास होता है। कोयला कुछ न कुछ जरूर सूखता है। इनसे भार में कमी होती है। कोयले का कुछ वाष्पशील अंश भी धीरे-धीरे निकल जाता है। अधिक वाष्पशील अंशवाले कोयले में ह्रास ३ से ५ प्रतिशत तक हो सकता है। जैसे-जैसे समय बढ़ता है, ह्रास की वार्षिक गति कम होती जाती है। कोयले के तापमान में भी यदि वह खुले स्थान में रखा है तो कुछ कमी होती है पर बड़ी अल्पमात्रा में।

कोयले के संग्रह में कभी-कभी स्वतः आग लग जाती है। आग लगने के कारणों पर बहुत अनुसन्धान हुआ है। पत्र-पत्रिकाओं में अनेक निबन्ध निकले हैं। उनके रोकने के सुझाव पर भी बहुत कुछ विचार हुआ है। जिस कोयले में वाष्पशील अंश अधिक रहता है उसमें आग लगने की अधिक सम्भावना रहती है। एक आकार या परिमाण के कोयले में उतनी आग नहीं लगती जितनी भिन्न-भिन्न आकार के मिले हुए कोयले में आग लगती है।

ऐसा समझा जाता है कि कोयले का मन्द आक्सीकरण होता है। इससे ऊष्मा उत्पन्न होती है। धीरे-धीरे यह ऊष्मा इतनी बढ़ जा सकती है कि उसमें आग लग जाय। पर यह सिद्धान्त सर्वमान्य नहीं है। यह कहा जा सकता है कि स्वतः बहने के कारणों का हमें अभी तक निश्चित रूप से पता नहीं लगा है। कोयला ऊष्मा का चालक नहीं है। मन्द आक्सीकरण से जो ऊष्मा बनती है वह जहाँ की तहाँ बनी रहती है। ताप धीरे-धीरे उठता जाता है। अन्त में ताप इतना ऊँचा पहुँच जाता है कि कोयला आप से आप जल उठता है। कोयले का वाष्पशील अंश आग लगने में सहायता करता है।

कोयले के संग्रह-स्थान में आग बुझाने का प्रवन्ध रहना बहुत आवश्यक है। पानी से आग बुझायी जा सकती है। पर आग बुझाने के लिए पानी अच्छा नहीं समझा जाता। ऐसा देखा गया है कि जिस कोयले में पानी का अंश अधिक रहता है उसमें आग लगने की प्रवृत्ति अधिक होती है।

कोयले में आग लगने से बचाने के लिए निम्नलिखित उपायों का करना आवश्यक है।

(१) कोयले को अधिक ऊँचाई अथवा गहराई के ढेर में नहीं रखना चाहिए। १००० टन कोयले को यदि एक एकड़ भूमि में फैला दिया जाय तो उसकी मोटाई प्रायः एक फुट होगी। इससे अधिक मोटाई में कोयले को रखना ठीक नहीं है।

(२) एक स्थान में सब कोयले का ढेर नहीं रखना चाहिए। पाँच टन के ढेर में रखना अच्छा होता है। अधिक से अधिक २० टन कोयले को एक ढेर में रख सकते हैं। इतने ढेर में रखने से आग बुझाने में सहूलियत होती है।

(३) कोयले के ढेर को किसी निष्क्रिय महीन पदार्थ से ढक देना अच्छा होता है। इसके लिए अंग्रेसाइट का गूँचा हुआ चूण, चिमनी की घूलि, विट्रुमिनी का आच्छादन इस्तेमाल हो सकता है। ऐसा करने से वायु का प्रवेश कुछ सीमा तक रोका जा सकता है जिससे दहन न हो।

(४) समय-समय पर कोयले के सारे ढेर का ताप नियमित रूप से लेना चाहिए। ४०, ४० फुट की दूरी पर प्रत्येक दिशा में ताप लेना चाहिए। इसके लिए उत्पाप मापी (पाइरोमीटर) का उपयोग करना अच्छा होता है। जहाँ कहीं भी ताप ऊँचा पाया जाय वहाँ के कोयले का विशेष रूप से परीक्षण करना चाहिए।

चाइसर्वाँ अध्याय

कोक कोयला

कुछ कोयला ऐसा होता है जिसका कोक बन सकता है और कुछ ऐसा होता है जिसका कोक नहीं बन सकता। इसके लिए कोयले की परीक्षा वायु की अनुपस्थिति में गरम करने से होती है।

गरम करने से कोयला यदि कोमल हो जाय और फिर अल्प में न्यूनाधिक ठोम पिंड में बदल जाय तो ऐसा कोयला कोक बननेवाला कोयला है। कुछ कोयले गरम करने से घूर-घूर हो जाते अथवा दुर्बलता से चिपकनेवाले पिंड में बदल जाते हैं। ऐसे कोयले कोक बननेवाले कोयले नहीं हैं।

कोक बननेवाले सब प्रकार के कोयले से अच्छे कोक नहीं बनते। अच्छे कोक का बनना दो बातों पर निर्भर करता है। एक कोयले के कोशों की घनावट और दूसरे कोयले में गन्धक और राख की मात्रा।

ये दोनों गुण कदाचित् ही किसी एक कोयले में पाये जाते हैं। किसी कोयले में एक गुण होता है तो किसी में दूसरा। अतः कोक बनाने में साधारणतया दो या दो से अधिक किस्म के कोयले को मिला कर तब इस्तेमाल करते हैं।

कोयले के गुणों के अतिरिक्त अन्य कई बातों पर भी अच्छे कोक का बनना निर्भर करता है। इनमें निम्नलिखित बातें अधिक महत्व की हैं—

- (१) कोयले की सूक्ष्मता
- (२) कोयले का घनत्व
- (३) मट्ठी की प्ररचना और विस्तार
- (४) गरम करने का ताप
- (५) मट्ठी के गरम करने का क्रम (rate)

कोक बनाने का उद्देश्य भिन्न-भिन्न हो सकता है। कुछ कारखाने धातु-निर्माण के लिए कोक बनाते हैं। कुछ कारखाने 'उत्पादक गैस' के लिए कोक बनाने और कुछ कारखाने 'घरेलू ईंधन' के लिए कोक बनाते हैं। कोक बनाने में कोक के अति-

रिक्त गैस, अलकतरा, हल्का तेल और अमोनिया आदि उप-उत्पाद भी प्राप्त होते हैं। इन उत्पादकों का मूल्य उनकी उपयोगिता पर निर्भर करता है। कोक-निर्माण के उप-उत्पाद महत्त्व के हैं और उनका विचार भी रखना आवश्यक होता है।

कोक बनाने का कारखाना वहाँ ही खोलना चाहिए जहाँ कोयला जल्दी और नियमित रूप से प्राप्त हो सके, कोयले का मूल्य कम हो और कोयले का कारखाने तक लाने में कम खर्च पड़े। कोक का उपयोग भी निकट में ही हो सके तो और अच्छा होगा। साधारणतया खानों के समीप ही कोक बनते हैं अथवा उन कारखानों के निकट जिनमें कोक प्रयुक्त होता है।

कोयले के किन्नी विभिन्न गुण से कोक बनने का संबंध नहीं जोड़ा जा सका है पर ऐसा समझा जाता है कि कोक बनने का गुण कोयले के आणविक संगठन से सम्बन्ध रखता है। एक परिकल्पना के अनुसार कोक बनने का गुण कोयले में उपस्थित बाँधनेवाले यौगिकों पर निर्भर करता है। कुछ कोयले में ऐसे पदार्थ पाये गये हैं जो टकड़ी के कोयले को बाँध सकते हैं। कुछ कोयले से फीनाल अथवा पिरिडीन सद्गन्ध विलायकों के द्वारा बाँधनेवाले पदार्थ को निकाल लेने पर उससे दृढ़ता से चिपकनेवाला कोक नहीं बनता। पर यह सिद्धान्त सन्तोषप्रद नहीं समझा जाता। कोयले को नीचे ताप पर ही प्रारम्भिक द्रवण-अवस्था तक गरम करके ठंडा होने पर पीसें, तो उससे जो पदार्थ प्राप्त होता है वह फिर कोक नहीं बनता। यदि बाँधनेवाले पदार्थों के कारण ही कोक बनता हो तो इस उपचार से कोक बनने का गुण नष्ट नहीं होना चाहिए। फिर कोक समांग पदार्थ है और इसकी संरचना में बाँधनेवाली किसी वस्तु की उपस्थिति का पता नहीं लगता।

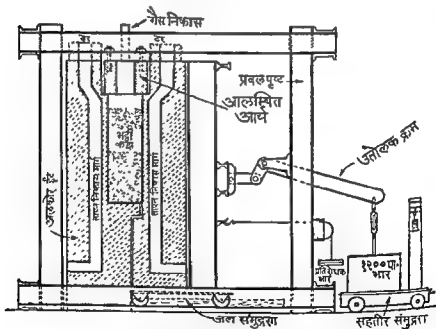
कोक के लिए कोयले का चुनाव—किसा कोयला कोक के लिए अच्छा होगा, यह बहुत कुछ अनुभव पर निर्भर करता है। इसमें कोयले के प्राथमिक विश्लेषण से बहुत कुछ सहायता मिलती है। प्राथमिक विश्लेषण में हमें नमी, राख, गन्धक और फ्लास्फोरस आदि का पता लगता है। अमेरिका, रूस, जर्मनी, फ्रांस, इंग्लैंड आदि देशों में अनेक कोयलों का विश्लेषण होकर उनसे कोक प्राप्त हुआ है। मैं आंकड़े प्राम्थ हैं और उनकी सहायता से हम निर्णय कर सकते हैं कि कोई कोयला कोक के लिए उपयुक्त है अथवा नहीं। अन्य विश्लेषणों के आधार पर भी कोयले के चुनाव का मुताव है पर यह रीति विश्वसनीय नहीं समझी जाती और व्यापार में उसका कोई महत्त्व नहीं है।

इन विश्लेषणों के फलस्वरूप ऐसा मालूम होता है कि विटुमिनी कोयला कोक के लिए उत्तम है। कम वाष्पशील विटुमिनी, मध्यम वाष्पशील विटुमिनी और उच्च-

चाप्पशील बिटुमिनी कोयले, विशेषतः अन्तिम किस्म के कोयले, कोक के लिए अच्छे समझे जाते हैं।

आशिमक विश्लेषण—कोयले के चुनाव के लिए उराका आशिमक विश्लेषण भी कभी-कभी उपयोगी मिद्ध होता है। वैज्ञानिक अनुसंधानों में इसका महत्व अधिक है।

सद्य अनुमाप में परीक्षण—कोक बनने के गुण का बड़े पैमाने पर परीक्षण करना सम्भव नहीं होता। अतः अल्प मात्रा में परीक्षण को चेष्टाएँ हुई हैं और इसके फल-स्वरूप कुछ परीक्षण अल्प मात्रा में किये जा सकते हैं। ऐसे एक परीक्षण को 'बक्स परीक्षण' कहते हैं। इसके लिए एक छोटा-सा बक्स होता है। यह बक्स किसी धातु का अथवा तारजाली का बना होता है। इसमें एक घनफुट या इससे कुछ अधिक



चित्र ३६—कोक निर्माण का चूल्हा (छोटे पैमाने का)

कोयला अँटता है। कोयला रखकर बक्स को चूल्हे में डाल देते हैं। धम्म में रखने का कारण यह है कि बक्स का कोयला भट्ठी के अन्य कोयले से मिल न जाय। कुछ निश्चित काल तक बक्स को भट्ठी में रखकर तब उसे निकाल कर कोयले का परीक्षण करते हैं। इससे कोयले के सम्बन्ध में बहुत कुछ पता लग जाता है पर यह परीक्षण उतना

विश्वसनीय नहीं है। यहाँ किस स्थिति में कोयला गरम होता है, उसका ठीक-ठीक पता नहीं लगता। गरम करने की परिस्थिति को भी इच्छानुसार बदल नहीं सकते। इसमें अच्छी रीति लघु अनुमाप 'चूल्हा परीक्षण' है।

लघु अनुमाप चूल्हा परीक्षण—इस परीक्षण के लिए एक छोटे चूल्हे की आवश्यकता पड़ती है। बड़े पैमानेवाले चूल्हे का ही यह छोटा रूप होता है। इस प्रकार के परीक्षण के लिए अनेक प्ररचना के छोटे-छोटे चूल्हे बने हैं। अमेरिका की कोपर्स कम्पनी (Koppers Company) ने एक चूल्हा बनाया है जो अनेक कारखानों में प्रयुक्त होता है। वह चूल्हा इस प्रकार का है—

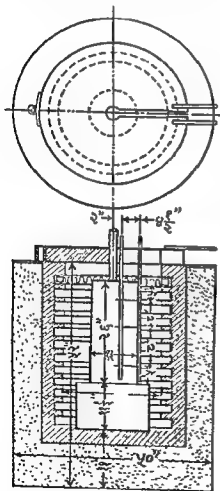
चूल्हा ४२ इंच ऊँचा होता है। दरवाने के अन्दर का स्थान २८ इंच लम्बा और १२ इंच चौड़ा होता है। दोनों तरफ गैस के जलने से चूल्हा गरम होता है। जलने वाली गैस पेंदे से आकर ऊपर उठती है। चूल्हे की एक दीवार अचल होती है पर उसकी दूसरी दीवार अचल नहीं होती। वह रेलन पर चल सकती है। पर कोक बनने के समय यह दीवार भी अचल ही रहती है। इस दीवार पर जो दबाव पड़ता है वह दबाव उद्यम (Jevcr) के द्वारा स्थानान्तरित हो एक मंच स्केल पर सूचित होता है। कोक बनने के समय कोयले का फैलाव जितना होता है उसी के अनुसार दीवार पर दबाव पड़ता और वह दबाव उद्यम द्वारा स्थानान्तरित हो मंच के स्केल पर अंकित होता है। ऐसे चूल्हे में प्रायः ४०० पाउण्ड कोयला भँटता है। शिखर के एक विवर में कोयला ढाला जाता है। कोक के बन जाने पर नीचे से कोक निकाल लिया जाता है। शिखर के एक दूसरे विवर से गैस निकलकर वायु में मिल जाती है।

ऐसे कई चूल्हे साथ-साथ बने रहते हैं। बीच के चूल्हे में वास्तविक प्रयोग होता है। अन्य चूल्हे बीच के चूल्हे की ठीक-ठीक अवस्था में रखने के लिए आवश्यक होते हैं। तीन चूल्हों से भी काम चल जाता है। प्रयोगवाला चूल्हा बीच में रहता है और दो चूल्हे दो तरफ पार्श्व में रहते हैं।

कोक का परीक्षण—कोयले के वाष्पशील अंश के निर्धारण में मूपा में कोक का जो बटन रह जाता है उससे भी कोक बनने के गुण का पता लग सकता है। यदि कोयला कोक बननेवाला नहीं है तो कोई बटन नहीं बनता। यदि कोयला दुर्बल कोक बननेवाला है तो मूपा में केवल सूक्ष्म चूर्ण रह जाता है। यदि कोयला अच्छा कोक बननेवाला है तब मूपा में केवल एक पिंड रह जाता है।

कोयले से कितना कोक बनता है इसका ज्ञान बड़े पैमाने पर अथवा लघु अनुमाप रीति से भी हो सकता है। ऐसे परीक्षण इस्पात के भ्रमके में किये जाते हैं। ऐसे

भभके २६ इंच ऊँचे होते हैं। कुछ का व्यास १८ इंच का और कुछ का १३ इंच का होता है। १८ इंच व्यासवाला भभका निम्न ताप पर या मध्यम ताप पर ९००° से १०००° से० पर प्रयुक्त होता है। इन्हें बिजली से गरम करते हैं। वाष्पशील उत्पादों को संघनित्र, अलकतरा-अवक्षेपक और मार्जक में संग्रह करते हैं। भभके को ८००°, ९००° और १०००° से० पर गरम कर सकते हैं।



चित्र ३७—कोक निर्माण का चूल्हा
(बड़े पैमाने का)

कोक का बनना निम्नलिखित गुणों पर निर्भर करता है—

(१) वाष्पशील अंश—कोक बननेवाले अमेरिकी कोयले में वाष्पशील अंश १६ से ४१ प्रतिशत या इससे अधिक रहता है। कोक की मात्रा वाष्पशील अंश पर निर्भर करती है। जितना ही अधिक वाष्पशील अंश होगा उतना ही कम कोक बनेगा। पादु-निर्माण के कोक में वाष्पशील अंश की मात्रा २३ से ३२ प्रतिशत रहती है। गैस-निर्माण के कोक में वाष्पशील अंश का अधिक रहना अच्छा होता है क्योंकि ऐसे कोक से अधिक गैस बनती है।

कोयले में वाष्पशील अंश के अधिक रहने से यह समझना ठीक नहीं है कि ऐसा कोयला गैस बनने के उपयुक्त ही है। जिस कोयले में आक्सीजन अधिक रहता, ८ से ११ प्रतिशत, और वाष्पशील अंश, ३२ से ४२ प्रतिशत, रहता है वह कोयला गैस के लिए अच्छा समझा जाता है। पर कार्बन डाइ-आक्साइड और कार्बन मॉनोक्साइड के अधिक रहने और मियेन के कम रहने से ऐसी गैस का तापन-मान कम होता है। अधिक आक्सीजन वाले कोयले में जल की मात्रा भी अधिक रहती है।

सुनम्यता और फुलाव—यदि कोकवाले कोयले को वायु की अनुपस्थिति में गरम करें तो एक ऐसा ताप आता है जब कोयला कोमल होना शुरू होता है, अधिकांश कोयले में यह ताप ४००° से० के निकट में होता है। जैसे-जैसे ताप ऊपर उठता है कोयला द्रवित हो सुनम्य पिंड बनता है और उसमें गैस और संघनीय वाष्प निकलते हैं। यदि गरम करना और गैस का निकलना जारी रहे तो धीरे-धीरे द्रवित कोयला फिर टोस बनकर या जमकर छोटे-छोटे छेड़वाला कोक बनता है। ऐसा ही कोक बाजारों में विकता है। कोयले की सुनम्यता साधारणतया ५००° से० के लगभग ताप पर नष्ट हो जाती है। सुनम्य दशा में कोयला फैल सकता है, सिकुड़ सकता है अथवा ज्यों का त्यों रह सकता है। यदि कोयला फैलता है तो यह फैलना तापन-तल की दिशा में होता है, पर भभके अथवा चूल्हे में फैलना बहुत कुछ स्यायी दीवारों के कारण बँधा होता है। फैलता हुआ कोयला भभके या चूल्हे की दीवारों पर दबाव डालता है।

विभिन्न कोयलों का फैलाव एक-सा नहीं होता। सुनम्यता में भी अन्तर देखा जाता है। कोक बननेवाले कोयले में फैलाव बिल्कुल नहीं होता अथवा बहुत अल्प होता है। जिस कोयले में वाष्पशील अंश अधिक रहता है उससे बना सुनम्य पिंड अपेक्षया अधिक तरल होता है और उससे गैसें शीघ्रता से निकलती हैं। ऐसा कोयला फैलता नहीं है, वह सिकुड़ता है। कम वाष्पशील अंशवाले कोयले से जो सुनम्य पिंड बनता है वह अधिक श्यान (viscous) होता है इसमें गैसें सरलता से प्रविष्ट नहीं कर सकती। वे फैलती हैं और फैल कर कोयले को फुला सकती हैं। सुनम्यता और फैलाव बहुत कुछ गरम करने की स्थिति पर निर्भर करता है। जब कोयले के एक टुकड़े को मूपा में गरम करते हैं तब कोयले का आयतन कई गुना बढ़ सकता है पर यही कोयला जब भभके में गरम किया जाता है तब भभके की दीवार और आस-पास के कोयले और कोक से बँधे होने के कारण अपेक्षया बहुत कम फैलता है।

ऐसा सुझाव रखा गया है कि सुनम्य दशा में कोयले के व्यवहार से कैसा कोक बनेगा इसका अनुमान लगाया जा सकता है। इसके लिए कोयले की सुनम्यता, कोयले के फैलाव, भभके या चूल्हे की दीवार पर दबाव, प्रसमूहन (agglutinating) और नपुजन (agglomerating) के नाप की आवश्यकता पड़ सकती है। इनके नापने की रीतियाँ प्रयोग सिद्ध (empirical) हैं। अतः इन गुणों का नापना प्रामाणिक अवस्था में हो होना चाहिये ताकि उनके परिणाम तुलनात्मक हो सकें।

सुघट्यता—सुघट्यता नापने की रीतियाँ अनेक हैं।

(१) बेघनमापी रीति—इस रीति में कोयले को गरम करते हैं। ऐसे कोयले में एक सुई अथवा तार-पाशी (wire-loop) द्वारा बेघन से सुघट्यता नापते हैं। यहाँ सुई कोयले में प्रविष्ट करती है, कितना अंश सुई का प्रविष्ट करता है यह कोयले की सुघट्यता की माप है। गीज़लर (Giesler) बेघनमापी में एक सुई रहती है।

विरूपण परीक्षण में एक विलोडक रहता है। सामान्य कोयले में वह अचल रहता है। गरम करने पर जब कोयला कोमल हो जाता तब विलोडक धीरे-धीरे घूमता है। जैसे-जैसे कोयले की कोमलता अथवा तरलता बढ़ती है, विलोडक अधिकाधिक द्रुत गति से घूमता है। घूमने की गति को ताप के विशुद्ध वक्र बनाकर तरलता की माप करते हैं।

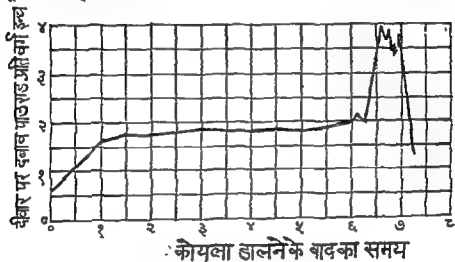
इसी सिद्धान्त पर जो उपकरण बने हैं उन्हें प्लास्टोमीटर कहते हैं। ऐसे एक प्लास्टोमीटर को 'डेविस प्लास्टोमीटर', दूसरे को 'गीज़लर-टाइप प्लास्टोमीटर', तीसरे को 'अगडे-डाम डालयलेटोमीटर' कहते हैं। इस परीक्षण से यह ठीक-ठीक पता नहीं लगता कि कोई कोयला कोक वाला है या नहीं।

कोयले का फुलाव—कोयले के गरम करने से उसका आयतन बढ़ जाता है। इसे कोयले का 'फूलना' या 'फुलाव' कहते हैं। चूल्हे में कोयले के फूलने की माप सरल नहीं है। अतः फूलने की माप सीधी रीति से नहीं की जा सकती पर कोयले के फूलने से चूल्हे की दीवार पर दबाव पड़ता है। इस दबाव को हम सरलता से माप सकते हैं। पर फूलने वाले सब ही कोयले से दबाव नहीं बढ़ता। कभी-कभी बहुत अल्प फूलनेवाले कोयले से दबाव अधिक बढ़ जाता है यद्यपि कोक बननेवाले कोयले और फुलाव से कोई पारस्परिक सम्बन्ध नहीं है पर कोयले के फुलाव का ज्ञान बहुत आवश्यक है क्योंकि बहुत अधिक फूलनेवाले कोयले को चूल्हे में रखने से दबाव के बढ़ जाने से चूल्हे के फट जाने की सम्भावना बढ़ सकती है। गरम करने से दबाव में कैसा परिवर्तन होता है उसका ज्ञान इस बक से हो जाता है।

ऐसा देखा जाता है कि जिस कोयले में वाष्पशील अंश बहुत अल्प होता है वह सबसे अधिक फैलता है और जिस कोयले में वाष्पशील अंश बहुत अधिक हो वह सबसे कम फैलता है।

कोयले में राख की मात्रा का भी कोयले के आयतन के प्रसार में प्रभाव पड़ता है। जिस कोयले में राख कम होती है वह कोयला कम फैलता है। कोयले के आयतन पर तप्त करने की गति और समय का भी प्रभाव पड़ता है।

कोकवाले कोयले में जल की मात्रा साधारणतया ३ और ६ प्रतिशत के बीच रहती है। पर वर्षा अथवा वर्ष के कारण जल की मात्रा अधिक भी रह सकती है। कोयले में अधिक जल के रहने से अधिक ऊष्मा का खर्च होता है। जल के एक पाउण्ड के निकालने में १००० ब्रिटिश ऊष्मा-मापक खर्च होता है। इससे कोक बनाने में समय भी अधिक लगता है। अधिक जल से चूल्हे की ईंटें भी जल्द क्षतिग्रस्त हो सकती हैं। अधिक जल के कारण कोक की प्रकृति में अन्तर हो सकता है। ऐसा कोक जल्दी टूट सकता है।



चित्र ३८—कार्बनीकरण ताप और दीवार पर दबाव

कोयले के खनिज पदार्थ कोक में रह जाते हैं। इससे चूल्हे की धारिता जहाँ तक कोयले का प्रश्न है कम हो जाती है। कुछ खनिज पदार्थों से कोक की उत्तमता बढ़ जाती और कुछ से कम हो जाती है।

गन्धक से धातु निर्माण के लिए कोक की उत्तमता नष्ट हो जाती है। कुछ गन्धक तो अलकतारा तेल और गैस में निकल जाता है पर कुछ कोक में रह ही जाता है। ईंधन के लिए कोक में गन्धक का रहना अच्छा नहीं है।

उत्तम कोक बननेवाले कोयले में विभिन्न अवयवों की मात्रा इस प्रकार की रहनी चाहिये—

- (१) जल की मात्रा ४ प्रतिशत से अधिक न हो।
- (२) राख की मात्रा सूखे कोयले के भार पर ९ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए।

(३) राख का द्रवणांक 1205° से० से नीचे न रहना चाहिए ।

(४) धातु-निर्माण के सूखे कोक में गन्धक की मात्रा १ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए । भट्ठी में प्रयुक्त होने वाले सूखे कोक में गन्धक की मात्रा १.३ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए और गैस निर्माण के कोक में गन्धक की मात्रा १.५ प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए ।

(५) गैस-निर्माण के लिए कोयले में वाष्पशील अश, जल और राख मुक्त कोयले के आधार पर ३५ प्रतिशत से कम नहीं रहना चाहिए ।

तेईसवाँ अध्याय

कोयले का कार्वनीकरण

कच्चे कोयले का उपयोग राष्ट्रीय हानि है। इससे अनेक उपयोगी और बहु-मूल्य उत्पाद नष्ट हो जाते हैं। राष्ट्र-हित की दृष्टि से कच्चे कोयले का उपयोग न होना ही अच्छा है। पर कोयले का निर्माण आज इतना नहीं हो रहा है कि वह कच्चे कोयले का स्थान पूर्णतया ले सके। कोयले का निर्माण जैसे-जैसे बढ़ेगा कच्चे कोयले का उपयोग उसी अनुपात में कम होता जायगा। ज्योंही कोयले का निर्माण पर्याप्त मात्रा में होने लगे, कच्चे कोयले का उपयोग कानूनन बन्द कर देना चाहिए।

विशेषज्ञों का मत है कि भारत का कोयला १०० वर्ष तक चल सकता है। सम्भव है कि भविष्य में और स्रोतों निकल आवें जिससे भारत के कोयले का जीवन-काल और बढ़ जाय। जब तक कोयले के स्थान में प्रयुक्त होनेवाले अन्य किसी सुविधाजनक पदार्थ का आविष्कार नहीं होता तब तक कोयले का उपयोग बड़ी मितव्ययिता के साथ करना चाहिए ताकि अधिक से अधिक काल तक हम उसे काम में ला सकें।

कच्चा कोयला घरेलू ईंधन के लिए ठीक नहीं है। यह देर से आग पकड़ता है। इसके जलने में धुआँ अधिक बनता है जिससे वायु दूषित हो जाती है। जलावन के लिए आज कोयले प्रयुक्त होता है। इसके लिए कोयले को कोमल होना चाहिये। कठोर कोयले जलावन के लिए ठीक नहीं है। वह जल्द आग नहीं पकड़ता।

कोयले को जब वायुमूल्य पात्र में गरम करते हैं तब उसे कोयले का 'कार्वनीकरण' कहते हैं। गरम करने का ताप इतना ऊँचा होना चाहिए कि कोयले का विच्छेदन शुरू हो जाय। कोयले के गरम करने से उसका वाष्पशील अंश गैस के रूप में निःसृत होकर आमुत होकर द्रव और गैस प्राप्त होती है। पात्र में कोयले का अवशिष्ट-अंश 'कोक' रह जाता है।

जब गरम करने का ताप 450° - 500° में रहता है तब ऐसे कार्वनीकरण को 'निम्नताप कार्वनीकरण' कहते हैं। 900 से 1300° में के बीच के कार्वनीकरण को 'उच्च ताप कार्वनीकरण' कहते हैं। इन दोनों के बीच के ताप 500 से 900° में के बीच के कार्वनीकरण को 'मध्य ताप कार्वनीकरण' कहते हैं।

निम्नताप कार्बनीकरण से उत्पाद दस प्रकार के प्राप्त होते हैं।

(१) द्रव उत्पाद की मात्रा महत्तम प्राप्त होती है। द्रव में पैराफिन हाइड्रो-कार्बन अधिक मात्रा में रहते हैं। अतः ऐसा द्रव पेट्रोल के स्थान में मोटरकार या वायुयान में व्यवहृत हो सकता है।

(२) इससे जो कोक प्राप्त होता है उसे अर्ध-कोक (Semicoke) या मृदु कोक (Softcoke) कहते हैं। उसमें वाष्पशील अंश ८ से २० प्रतिशत के लगभग रह सकता है। यह कोक जल्दी आग पकड़ लेता है। इसमें धुआँ भी कम बनता है। इंग्लैंड में ऐसे कोक को 'कोयलाइट' (Coalite) कहते हैं। जलावन के लिए यह कोक अच्छा होता है। पर सामान्य कोक से यह कुछ महंगा पड़ता है।

(३) इससे जो गैस प्राप्त होती है उसका आयतन प्रति टन कोयले से २००० से ७००० घनफुट होता है। इसका कलरी-मान प्रतिघन फुट ७०० से १००० ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक होता है। यह बहुत कुछ कोयले की प्रकृति, कार्बनीकरण के ताप और संयन्त्र पर निर्भर करता है। गैस में भी पैराफिन हाइड्रोकार्बन अधिक रहते हैं।

(४) अलकतरे की मात्रा कम, प्रति टन कोयले में १० से १८ गैलन, प्राप्त होती है। यह अलकतरा सड़कों के बनाने के लिए अच्छा नहीं होता।

मध्यताप कार्बनीकरण से जो कोक प्राप्त होता है वह सरन्ध्र होता है और उसमें कुछ वाष्पशील अंश विद्यमान रहता है। यह कोक जल्दी से आग पकड़ लेता है। घरेलू ईंधन के लिए यही कोक उपयुक्त होता है। यह कोक सस्ता भी होता है। इसने जो गैस और द्रव प्राप्त होते हैं वे वैसे ही होते हैं जैसे उच्च ताप कार्बनीकरण से प्राप्त होते हैं।

उच्च ताप कार्बनीकरण

उच्च ताप कार्बनीकरण का प्रधान उद्देश्य कोक प्राप्त करना होता है। कोयले का लगभग ७० प्रतिशत अंश कोक के रूप में प्राप्त होता है। ऐसा कोक लोहे और इस्पात के निर्माण में ईंधन के लिए ठीक होता है। तांबा, सीसा, जस्ता, चांदी आदि धातुओं के निर्माण के लिए भी यह अच्छा होता है। ऐसे कोक को 'कठोर कोक' कहते हैं। घरेलू जलावन के लिए यह कोक ठीक नहीं होता। यह जल्दी आग नहीं पकड़ता। गैसों के निर्माण के लिए यह कोक अच्छा होता है।

ऐसा कोक बनाने का संयन्त्र पहले-पहल १९०९ ई० में भारत में बैठाया गया था। ईस्ट इंडिया कम्पनी के लिए गिरीडीह में मेसर्स साइमन कार्वेज लिमिटेड (Messrs. Simon Carves Ltd.) ने इस संयन्त्र को बैठाया था। उस समय

उसमें ५० चूल्हे जलते थे जिसमें प्रतिदिन ३०० टन कोरु बनता था। इसके बाद लोघना, लोधाबाद, जमशेदपुर, वरारो, भंवरा, कुल्ती, हीरापुर में और संयन्त्र बैठाये गये। टाटा आयर्न और स्टील कम्पनी ने जमशेदपुर में जो संयन्त्र बैठाया वह भारत के सब संयन्त्रों से बड़ा है। वहाँ प्रतिदिन ५,४०० टन कोयले का कोक बनता है। साल में प्रायः २३ लाख टन कोयला इस्तेमाल होता है। सारे भारत में इस समय लगभग ३७.५ लाख टन कठोर कोक बनता है। सिन्दरी के उर्वरक कारखाने में भी कोक निर्माण का एक संयन्त्र लगा हुआ है जो कारखाने के उपयोग के लिए कोक तैयार करता है।

यहाँ कार्बनीकरण ८०० से १३००° से० के बीच ताप पर होता है। १३००° से० ताप के लिए भट्टे की दीवार अग्नि मिट्टी अथवा अर्ध-तिलिका की बनी होती है। कोक बनने में कम से कम १८ घंटे का समय लगता है। पुराने कारखानों में इसका दुगुना तक समय लग सकता है। चूल्हे की चौड़ाई और कार्बनीकरण के ताप का कोक की प्रकृति और गैस और अन्य उत्पादों की उपलब्धि पर पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। झरिया के कोकवती कोयले से उत्कृष्ट कोटि का कठोर कोक प्राप्त होता है। ऐसे कोक में राख की मात्रा ऊँची, कम से कम १५ प्रतिशत, होती है। साधारणतया कोक में राख की मात्रा २२ प्रतिशत तक रह सकती है। लोहे के निर्माण में अधिक राख वाला कोक अच्छा होता है क्योंकि भारत का लौह-खनिज इतना शुद्ध होता है कि यदि अधिक राखवाला कोक न इस्तेमाल हो तो धातुमल (slag) के लिए बाहर से चूना-पत्थर ढालने की आवश्यकता पड़ सकती है। भारत के कोक में गन्धक और फास्फोरस की मात्रा कम (०.५ प्रतिशत से कम) रहती है। लौह-निर्माण के लिए यह बहुत अच्छा है।

भारत में कोक-निर्माण के जितने संयन्त्र लगे हैं उनमें या तो कठोर कोरु अथवा ईंधन-कोक बनता है। ऐसे संयन्त्रों के उप-उत्पाद अलकतरे, अमोनिया और गैस होते हैं। ये सब ही बड़े काम के पदार्थ हैं।

कुछ रसायनज्ञों का मत है कि भारत के लिए निम्नताप कार्बनीकरण अच्छा है। इसमें जो तेल प्राप्त होगा उसका पेट्रोल के स्थान में कुछ सीमा तक उपयोग हो सकता है। भारत में पेट्रोलियम की कमी है और कुछ सीमा तक उसकी पूर्ति इसमें हो सकती है।

पादचात्य देशों में निम्नताप कार्बनीकरण के अनेक संयन्त्र बने हैं और कुछ देशों में वे कार्य कर रहे हैं। भारत के लिए भी एक संयन्त्र का सुझाव दिया गया है और एक ऐसा संयन्त्र छोटे पैमाने पर काम कर रहा है। प्रस्तुत लेखक ने भी एक ऐसा छोटा

सा संयन्त्र डालमिया नगर में बैठाया था जो दो वर्षों तक बड़ा सन्तोषप्रद काम देता रहा।

इण्डियन केमिकल सोसायटी के जर्नल (१९४० के) में ऐसे अनेक सन्त्रों का वर्णन है जो निम्नताप कार्बनीकरण में प्रयुक्त हो सकते हैं। निम्नताप कार्बनीकरण से अलकतरा अधिक (प्रति टन १५-१८ गैलन) और गैस कम (३ से ४ हजार घनफुट) प्राप्त होती है पर गैस का कलरी-मान ऊँचा होता है। अलकतरे और गैस दोनों की प्रकृति मध्य और ऊँच-ताप कार्बनीकरण से प्राप्त पदार्थों से भिन्न होती है। ऐसे अलकतरे और गैस की उपयोगिता कम नहीं है। इससे प्राप्त मृदु कोक घरेलू जलावन में इस्तेमाल हो सकता है। इसका कठोर कोक भी बन सकता है और धातु-निर्माण के लिए वह अच्छा होता है।

फ्रांस और जर्मनी दोनों देशों में निम्नताप कार्बनीकरण के संयन्त्र लगे हैं। जर्मनी में एक समय १९३८ ई० में १५ ऐसे संयन्त्र काम करते थे।

निम्नताप कार्बनीकरण में कोयला अन्दर से अथवा बाहर से दोनों प्रकार से गरम किया जा सकता है। अन्तर तापन में ईंधन कम खर्च होता है। गैस हल्की होती है और उत्पादक का अंशतः आक्सीकरण होता है। अग्नि मिट्टी के बने भभके में यह सम्पादित होता है। ताप के ऊँचा न होने से भभके का जीवन बढ़ जाता है। यहाँ कोयले के सम्पर्क में तापन-गैस आती है। इससे कार्बनीकरण दीघ्रता से होता है, यहाँ उत्पाद एक सा बनता है।

बाह्य तापन में भी कुछ लाभ हैं। यहाँ वाष्पशील अंश अधिक रहता है। कोयला अधिक सघन होता है। गैस गाढ़ी रहती है। मेरे विचार में भारत में निम्न-ताप कार्बनीकरण का कुछ संयन्त्र बैठाना चाहिये।

अभी घोषणा हुई है कि द्वितीय पंचवर्षीय योजना में भारत में अनेक कारखाने निम्नताप पर कार्बनीकरण के खुलने वाले हैं। इन कारखानों से प्रारम्भ में २,००,००० टन अर्ध-कोक प्रतिवर्ष निकलेगा, जो घरेलू ईंधन के लिए प्रयुक्त होगा। इससे लकड़ी और उपलों का प्रयोग कम हो जायगा। जंगलों का विनाश रुक जायगा जिससे मिट्टी का उससे संरक्षण हो सकेगा। गोबर खाद के लिए बच जायगा।

ऐसे कारखाने का पहला संयन्त्र दक्खन के हैदराबाद में बैठाया जा रहा है। इसमें प्रतिदिन ८० टन अर्ध-कोक तैयार होगा। इसमें निकृष्ट कोटि का, लिग्नाइट और अन्य, कोयला प्रयुक्त होगा, ऐसा कोयला जो साधारणतया प्रयुक्त नहीं होता और जिससे आवश्यक गुण का कोक नहीं बनता।

कोयले का गैसीकरण

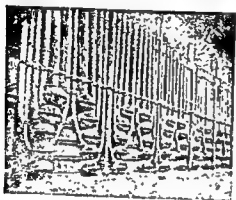
कोयले के कार्बनीकरण से जो गैस प्राप्त होती है उसे कोयला-गैस कहते हैं। कोयला-गैस ज्वलनशील होती है। इसका उल्लेख पहले-पहल उस पत्र में मिलता है जिस पत्र को डा० जोनक्नेटन ने राबर्ट वायल के पास सन् १६९१ में लिखा था। यह पत्र सन् १७८१ के रायल सोसायटी के ट्रेंजक्शन में छपा है। सन् १७८३ ई० में मिन्कालर्स ने धूलून में इस्तेमाल के लिए कोयला-गैस तैयार की और अपने कमरे को प्रकाशित करने के लिए उसका उपयोग किया। सन् १७९२ ई० में विलियम मुडॉक (Murdoch) ने अपने घर और आफिस में रोशनी के लिए कोयला-गैस का व्यवहार किया। सन् १७९८ में एक कारखाने में, सन् १९०५ में दूसरे कारखाने में कोयला-गैस से रोशनी की गयी। सन् १८१२ में एक कम्पनी को लण्डन में रोशनी के लिए कोयला-गैस के निर्माण की अनुमति प्रदान की गयी और तब से कोयला-गैस का उपयोग उत्तरोत्तर बढ़ता गया और आज तो संसार के सैकड़ों नगरों की रोशनी कोयला-गैस से हो रही है। कोयला-गैस का स्थान अब बिजली ले रही है। सस्ती बिजली के प्राप्त होने से बिजली का उपभोग बहुत बढ़ेगा इसमें कोई सन्देह नहीं। जल-प्रपात द्वारा बिजली के उत्पादन से बिजली अवश्य ही और सस्ती मिलेगी।

पहले कोयले का कार्बनीकरण निम्नताप पर होता था। इस ताप पर गैस कम बनती है पर ऐसी गैस की प्रदीप्ति उत्पन्न करने की क्षमता बड़ी ऊँची होती है क्योंकि ऐसी गैस में भारी हाइड्रोकार्बन की मात्रा अधिक रहती है। इस गैस की प्रदीप्ति-क्षमता और भी बढ़ जाती है यदि उसमें कुछ कैनेल कोयला (Cannel coal) मिला दिया जाय। ऊँच ताप पर कोयले के गरम करने से अधिक गैस प्राप्त होती है पर उससे वातु के भभकों का जीवन कम हो जाता है। इससे अब नये-नये भभकों की खोज होने लगी और उसके फलस्वरूप अग्नि-मिट्टी के भभकों का आविष्कार हुआ। अब तो भभके ऐसे ऊष्म-सह (refractory) पदार्थों से बने हैं जो १४००° से० तक गरम किये जा सकते हैं।

प्रकाश उत्पन्न करने के स्थान में आज ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए गैसों का व्यवहार अधिक होता है। गैसों का मूल्य इस कारण कलरी-मान से आँका जाने लगा है। गैस बनाने के जो पात्र आज प्रयुक्त होते हैं वे या तो भभके होते हैं अथवा कद अथवा घूँहे।

भभके क्षैतिज होते हैं अथवा ऊर्ध्वाधर। क्षैतिज भभके सिलिका के अथवा सिलिकामय अग्नि-मिट्टी के बनते हैं। ये साधारणतया २० फुट लम्बे और २३×

१६ इंच छेद के और Δ आकार के होते हैं। भभके धातु के, ढालवें लोहे के, दाने हैं और द्वार ढक्कन से बन्द किये जा सकते हैं। इसमें एक नली लगी रहती है जिसे वाष्पशील अंश बाहर निकलता है। एक पंक्ति में दो-दो भभके रखकर पाँच थ्रेणियों में दस भभके रहते हैं। ऐसी दस-दस थ्रेणियों की अनेक पंक्तियाँ रह सकती हैं। भभके को उत्पादक गैस में गरम करते हैं। फीरु से उत्पादक गैस बनाते हैं। पहले में गरम की हुई वायु के साथ मिलकर उत्पादक गैस कक्ष में जलती है। भभके की थ्रेणियों में जाकर भभके को गरम करती है। वहन कक्ष का ताप 1250° से० तक पहुँच जाता है। कक्ष से निकली तप्त गैसों से वायु को गरम कर उसका ताप 700° से० तक पहुँचा देते हैं। वहाँ में फिर तप्त गैस वायलर में जाकर भाप उत्पन्न करती है। वहाँ से प्रायः 250° से० पर गैस निकलती है। भभके में एक बार में १२-१३ हंडरेड



चित्र ३९—क्षैतिज भभके की थ्रेणियाँ

द्वार को खोलकर उष्ण कोक को निकाल कर पानी से बुझाते हैं। भभकों और नलियों का प्रबन्ध कैसे रहता है, यह चित्र से स्पष्ट होता है।

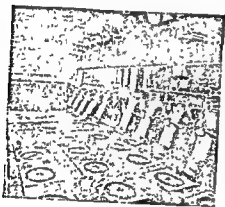
सिंदराम ऊर्वाधार कक्ष—इसे कमी-कमी कक्ष-चूल्हा भी कहते हैं। यह आयताकार होता है। एक बार में दो से पाँच टन कोयले का कार्बनीकरण हो सकता है। यह गुण्डाकार होता है। यदि २१ फुट ऊँचा रहे और शिखर ९ फुट $7\frac{1}{2}$ इंच \times ८ इंच और पैदा १० फुट \times १२ $\frac{1}{2}$ इंच रहे तो इसमें $3\frac{1}{2}$ टन कोयला अट सकता है और प्रतिदिन $5\frac{1}{2}$ से $6\frac{1}{2}$ टन कोयले का कार्बनीकरण हो सकता है। कक्ष सिलिन्डा का बना होता है। उत्पादक गैस से गरम होता है। वायु को पूर्व में गरम कर लेते हैं। यह काम क्षैतिज चिमनी-नली में होता है। यह कक्ष के पार्श्व में रहता है। चिमनी-नली का ताप 900° - 950° से० शिखर पर और 1300° - 1400° से०

कोयला भरा जाता है। द्वार को खोलकर कोयला डालकर उसे तुरन्त बन्द कर दिया जाता है। कोयलेके कार्बनीकरण में प्रायः १२ घंटों का समय लगता है। वाष्पशील पदार्थ नली से निकल जाता है। गैस के ठंडे होने पर अलकतरा पृथक् हो जाता है। गैस को सक्रिय कार्बन पर प्रवाहित करने से बेजोल निकल जाता है। जब कार्बनीकरण पूर्ण हो जाता है, नली को बन्द कर

पेंदे में होता है। कक्ष के पेंदे में कब्जे द्वारा दबारी लगी रहती है। इसी से कोक निकाला जाता है। कोयला ढालने के लिए शिखर पर प्रवेश-भाग होता है, गैस के निकलने के लिए पेंदे और शिखर दोनों ओर निकास-भाग होते हैं। कक्ष श्रेणियों में बने होते हैं। एक साथ सात-सात कक्ष रह सकते हैं। प्रत्येक कक्ष उत्पाद गैस से तप्त होता और पुनरापत्र (recuperator) द्वारा वायु तप्त होती है।

लगभग १२ घण्टे में कोयले का कार्वनीकरण पूर्ण हो जाता है। पहले दो से तीन घंटे में कक्ष के पेंदे में भाप ले जाते हैं। तप्त कोयले पर भाप से जल-गैस बनती है जो गैस के तापन-मान को बढ़ा देती है। गैस के नियंत्रण से गैस के कलरी-मान का नियंत्रण होता है। जब कार्वनीकरण पूरा हो जाता है तब कोक को चक्की (Cal) में निकाल कर पाली से बुसाते हैं। ऐसे एक बूडोल-डक्कम इंटरमिटेंट बटिकल चैम्बर का चित्र यहाँ दिया हुआ है।

अविराम ऊर्ध्वाधार भभका—यह भभका ऊँची कोटि के सिलिका का बना होता है तथा यह आयताकार अथवा अण्डाकार होता है। पेंदे की ओर चौड़ा होता जाता है। गैस-निर्माण के

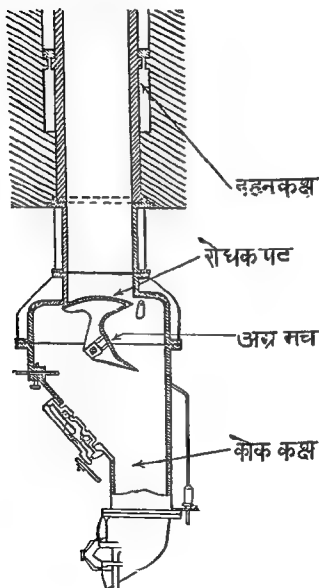


जितने कारखाने हैं उनके प्रायः ५० प्रतिशत से अधिक कारखानों में इसी किस्म का भभका प्रयुक्त होता है। इस भभके में कई लाभ हैं। इसमें धूल और भुआँ नहीं बनता। यह अधिक साफ-सुथरा रहता है। इससे विभिन्न कलरी-मान की गैस प्राप्त होती है। गैस भी अधिक प्राप्त होती है। यदि भभका १० इंच चौड़ा और शिखर पर प्रधान अक्ष १०३ इंच हो तो ऐसे भभके में प्रतिदिन १२ टन तक कोयले का गैसीकरण

चित्र ४०—बडोल-डक्कम
इंटरमिटेंट बटिकल चैम्बर

हो सकता है। शिखर से कोयला ऐसी गति से गिरता रहता है कि पेंदे तक पहुँचते-पहुँचते कार्वनीकरण पूर्ण रूप से हो जाता है। भभके के पेंदे के एक दूसरे कक्ष—शीत कक्ष—होकर कोक निकलता है। शीतक कक्ष में भाप से कोक ठंडा किया जाता है। तप्त कोक और भाप के संसर्ग से जल-गैस बनती है। यह गैस वाष्पशील पदार्थों और कोयला गैसों से मिलकर भभके के शिखर से निकल जाती है। समय-समय पर शीतक-कक्ष से कोक निकाल लिया जाता है। जिस गति से

कोक निकलता है उसी गति से ऊपर से कोयला डाला जाता है। कोयला अधोवाप (hoppers) द्वारा भभके में गिरता है।



ग्लोवर-वेस्ट वर्टिकल रिटार्ट (Glover-west vertical Retort) में आजकल एक युक्ति द्वैत्रिज्य विसर्जक (Sector Discharger), लगी रहती है जिससे कोक अविराम गति से न निकल कर ३० से ६० मिनट के अन्तर पर स्थिर निकलता रहता है।

भभका उत्पाद गैस के जलने से गरम होता है। चिमनी शैतिज या ऊर्ध्वाधार होती है। चिमनी-गैस का ताप 1350° से० तक बढ़ सकता है। ऊँच ताप पैंने में होता है अथवा शिलर पर। ऐसे भभके के ऊर्ध्वाधार अंश का चित्र यहाँ दिया हुआ है। द्वैत्रिज्य विसर्जक (Sector Discharger) कैसे कार्य करता है, उसका चित्र में बहुत कुछ पता लगना है।

अचल ऊर्ध्वाधार

चित्र ४१—द्वैत्रिज्य विसर्जक (Sector Discharger) भभका—अविराम और अविराम किस्मों के बीच अचल ऊर्ध्वाधार भभका होता है। इसमें दोनों किस्मों के

धीरे एक अच्छा ऊर्ध्वाधार भभका होता है। इसमें दोनों किस्मों के भभकों के लाभों का समावेश है। ऐसे भभके आज अनेक कम्पनियाँ बना रही हैं। भभके सिलिका के आयताकार होते हैं। ये बाहर से तप्त किये जाते हैं। भभके के पेंदे में ईंट का अस्तर और धातु का शीतक कक्ष रहता है।

ऊपर से कोयला डालकर १२ घंटे तक भभके में रखकर शीतक कक्ष में गिरा देते हैं। तप्त कोक शीतक कक्ष में रहता है। भभके में ऊपर से ताजा कोयला डालकर कार्वनीकरण को चालू रखते हैं। शीतक कक्ष में कोक को भाप से छँडा करते हैं। तप्त कोक और भाप से जल-गैस बनकर ऊपर उठकर कोयला-गैस से मिलकर बाहर निकलती है।

भभके में एक बड़ा लाभ यह है कि कोयले के छोटे-छोटे टुकड़े अथवा मिश्रित कोयले का भी कार्वनीकरण हो सकता है।

अनेक कम्पनियाँ हैं जो कोक बनाने का संयन्त्र तैयार करती हैं, उनकी धारिता और विस्तार में कुछ भिन्नता अवश्य रहती है।

कोक बनाने के संयन्त्र में निम्नलिखित बातों का ध्यान रखा जाता है—

- (१) कोक अच्छे किस्म का और एक सा बने।
- (२) कोक के निर्माण में कम से कम ईंधन लगे।
- (३) संयन्त्र में वाष्पशील अंश की क्षति न्यूनतम हो।
- (४) संयन्त्र ऐसा हो कि आवश्यकता पड़ने पर उसकी मरम्मत सरलता से की जा सके।

(५) उसके अनेक चूल्हे ऐसे हों कि यदि एक चूल्हा निकम्मा हो जाय तो उससे अन्य चूल्हों का काम बन्द न हो।

इसके लिए आवश्यक है कि गैस-निकास नलियाँ ऊर्ध्वाधार हों। क्षैतिज निकास-नलियाँ भी बनती हैं और उनसे सन्तोषप्रद परिणाम प्राप्त हुआ है। कोयले के तप्त करने के लिए अनेक प्रकार के चूल्हे बने हैं। ऐसे चूल्हों में निम्नलिखित चूल्हे अमेरिका में प्रयुक्त होते हैं।

कौपर चूल्हा (Koppers ovens)—ऐसे चूल्हे पहले-पहल १९०७ ई० में बने थे। तब से ये अच्छा काम दे रहे हैं। अनेक लोगों ने इन चूल्हों में सुधार किये हैं। एक दूसरा चूल्हा विलपुट्टे चूल्हा (Wilputte oven) है। एक तीसरा चूल्हा ओटो चूल्हा (Otto oven), और चौथा चूल्हा सेमेट-सोल्वे चूल्हा (Semet-Solvay oven) चूल्हा है। अन्तिम चूल्हे में गैस-निकास नली क्षैतिज होती है।

इन चूल्हों के बैठाने में ईंटों की आवश्यकता होती है। ये ईंटें विशेष प्रकार की बनी होती हैं। सामान्य ईंटों का व्यवहार इन चूल्हों में नहीं हो सकता क्योंकि चूल्हे का ताप ऊँचे से ऊँचा होना चाहिए। ये ईंटें अग्नि-मिट्टी की बनी होती हैं। सिलिका की ईंटें भी इस्तेमाल होती हैं। सिलिका ईंटों में ९६ प्रतिशत सिलिका, २ प्रतिशत चूना और २ प्रतिशत अपद्रव्य रहते हैं। ३ से २ प्रतिशत में एक प्रतिशत अल्यूमिना रहना चाहिए। ये ईंटें स्फटिक चट्टानों को चूने से मिलाकर बनती हैं। सिलिका कई रूपों में पाया जाता है। इन विभिन्न रूपों के गुणों में कुछ विभिन्नता रहती है। अग्नि-मिट्टी से सिलिका की ईंटें अच्छी होती हैं क्योंकि सिलिका-ईंटें ऊँचे ताप को अधिक सहन कर सकती हैं। सिलिका की ऊष्मा चालकता, विशेषतः ऊँचे ताप पर, ऊँची होती है। सिलिका-ईंटें बोझ भी अधिक सह सकती हैं। प्रायः १३००° से० पर सिलिका की ऊष्मा-चालकता १३.३ ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक होती है जब कि इसी ताप पर अग्नि-मिट्टी की चालकता केवल १०.१ ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक होती है। सिलिका-ईंटें प्रायः १७००° से० के ऊपर ही द्रवित होती हैं। पर सिलिका-ईंट के आयतन में परिवर्तन बहुत कुछ होता है। इस कारण सिलिका-ईंटों को बहुत धीरे-धीरे और एक-सा गरम करना चाहिए।

अग्नि-मिट्टी में अल्यूमिना प्रायः ४० प्रतिशत, सिलिका ५४ प्रतिशत, क्षार १ से ३ प्रतिशत, लोहे का आक्साइड ०.५ से २.० प्रतिशत, टाइटेनिया १ से २ प्रतिशत और चूना और मैगनीशिया आधा-आधा प्रतिशत रहते हैं। यद्यपि अच्छी अग्नि-मिट्टी १७००° से० से ऊपर पिघलती है पर बोझ से यह निम्नतर ताप पर भी कोमल हो जाती है।

कोक का शमन—कोक बन जाने पर कोक के बुझाने की आवश्यकता पड़ती है। यह बुझाना ईंटों की बनावट में रखे शमन-यान में होता है। बुझाने के समय भाप बनती है। यह भाप ऊपर से निकल जाती है। जल-टंकी से पानी आकर कोक पर गिरता है। साधारणतया कोक का ताप १०००° से० रहता है। प्रति टन कोक के बुझाने में जो भाप बनती है उसमें दस लाख ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक ऊष्मा नष्ट हो जाती है। इस ऊष्मा को पुनःप्राप्ति की चेष्टाएँ हुई हैं। एक ऐसे प्रयत्न में शमन-यान से कोक को एक बन्द कक्ष में ले जाते हैं। उसका द्वार बन्द कर उसमें वायु को प्रविष्ट करके वायु की नली में ले जाकर फिर उसे शमन-यान में बार-बार ले जाते हैं। वायु का आक्सीजन कार्बन डाइ-आक्साइड और कार्बन मनाक्साइड में परिणत है। अपेक्षया निष्क्रिय गैस बन जाता है। ऐसी वायु को तब तक यान में ले जाते हैं जब तक उसका ताप ठंडा होकर २५०° से० नहीं पहुँच जाता। ऐसे कोक में

जल की मात्रा कम रहती है। अतः यह कोक वात-भट्टियों के लिए अच्छा होता है। ऐसे शुष्क-शमन में प्रारम्भ में खर्च कुछ अधिक पड़ता है।

चूल्हे को पहले-पहल जलाने में बड़ी सावधानी की आवश्यकता होती है। चूल्हे को बहुत धीरे-धीरे गरम करना चाहिए। कई दिनों में धीरे-धीरे गरम कर ताप 100° से० पहुँचाना चाहिए। इस समय में इँटें सूख जाती हैं। चूल्हे का ताप प्रति दिन 10 से 15° से० बढ़ाना चाहिए। इससे अधिक बढ़ाने से चूल्हे की क्षति हो सकती है।

चौबीसवाँ अध्याय

कोयला-गैस

कोक के निर्माण में गैसें बनती हैं। इन्हें कोयला-गैस कहते हैं। कोयला-गैस का संघटन एक सा नहीं होता। विभिन्न कोयलों, विभिन्न तापों और विभिन्न परिस्थितियों के कारण गैस का संघटन बदलता है। पर साधारणतया कोयला-गैस में निम्नलिखित अवयव रहते हैं। उनकी आपेक्षिक मात्रा में परिवर्तन हो सकता है। किसी नमूने में कम और किसी में अधिक पर निम्नलिखित पदार्थ कोयला-गैस में अवश्य रहते हैं।

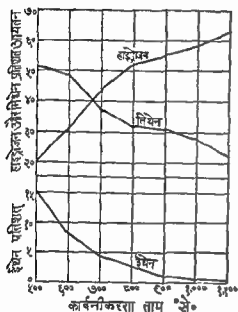
नाम	प्रतिशत मात्रा (आयतन में)
हाइड्रोजन	५७.२
मिथेन	२९.२
कार्बन मनाॅक्साइड	५.८
ईथेन	१.३५
एथिलीन	२.५०
कार्बन डाइ-आक्साइड	१.५
नाइट्रोजन	१.०
प्रोपेन	०.११
प्रोपिलीन	०.२९
हाइड्रोजन सल्फाइड	०.७
ब्यूटेन	०.०४
ब्यूटिलीन	०.१८
एसिटिलीन	०.०५
हलका तेल	०.१५
आक्सिजन	०.००

जोड़ १००.०७

ऊँच ताप कार्बनीकरण से प्रति टन कोयले से अधिकतम गैस, १०००० से १२५०० घनफुट, और निम्न ताप कार्बनीकरण में न्यूनतम गैस, ३००० से ४०००

घनफुट प्राप्त होती है। मध्य ताप कार्बनीकरण से ६००० से १०००० घनफुट गैस प्राप्त होती है।

कार्बनीकरण के ताप से गैस के संघटन पर पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। मिथेन, ईथेन, हाइड्रोजन, कार्बन मनाॅक्साइड और कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा ताप की



विभिन्नता से कैसे बदलती है इसका ज्ञान यहाँ दिये वक्रों से होता है। कोक बनाने के विभिन्न समयों, आदि, मध्य और अन्त, में जो गैसें बनती हैं उनके संघटन भी एक जैसा नहीं होते। उनके विभिन्न अवयवों की मात्रा में जो परिवर्तन होता है उसका पता भी इस वक्र से होता है। पहले जो गैस निकलती है उसमें हाइड्रोकार्बन की मात्रा अधिक और हाइड्रोजन की मात्रा अपेक्षा कम रहती है। जैसे-जैसे समय बढ़ता जाता है हाइड्रोजन की मात्रा बढ़ती जाती और हाइड्रोकार्बन की मात्रा कम होती जाती है।

चित्र ४२—ताप की वृद्धि से मिथेन, ईथेन और हाइड्रोजन की मात्रा में परिवर्तन

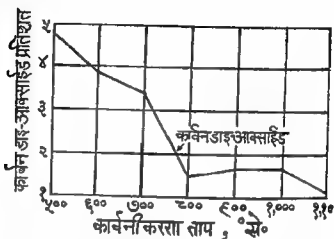
कोक चूल्हे से जो गैस निकलती है उसका ताप ऊँचा होता है। उसमें पर्याप्त मात्रा में अलकतरा, भाप,

अमोनिया, हाइड्रोजन सल्फाइड, नैपथलीन और गोंद बनने वाले पदार्थ और गन्धक के कार्बनिक योगिक वाष्प के रूप में रहते हैं। इन अपद्रव्यों को गैस से निकालना बड़ा जरूरी है, विशेषतः उस दशा में जब गैस का उपयोग घरेलू ईंधन के रूप में होता है। कोयला-गैस निर्माण के प्रत्येक कारखाने में इन अपद्रव्यों को पूर्णरूप से निकालने अथवा उनकी मात्रा को इतना कम करने का, ताकि उनसे कोई क्षति न हो, प्रवन्ध रहता है और इसका रहना बड़ा आवश्यक है।

गैस को ठंडा करना और अलकतरा निकालना

प्रत्येक चूल्हे में गैस के निकास का एक नल रहता है जिससे गैस निकलकर प्रधान

नल में जाती है। किसी-किसी चूल्हे में दो किनारों पर दो नल रहते हैं जो प्रधान नल से जुटे रहते हैं। किसी-किसी कारखाने में एक प्रधान नल के स्थान में दो प्रधान नल



चित्र ४३—ताप की वृद्धि से कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा में परिवर्तन

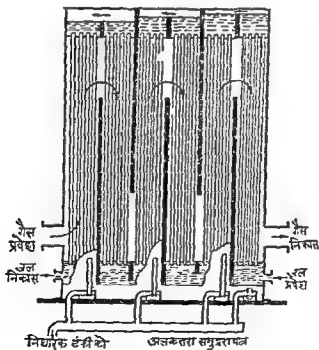
रहते हैं। दोनों नलों से समान रूप से गैसें निकलती हैं। हंस-ग्रीवा द्वारा चूल्हे का नल प्रधान-नल से जुड़ा रहता है।

चूल्हे से जब गैसें निकलती हैं तब उसका ताप ६००-७००° से० रहता है। हंस-ग्रीवा में उष्ण हलके अमोनिया-द्रव के फुहारे से गैस ठंडी की जाती है। द्रव के उद्घाटन से भी गैस का ताप गिरता है। प्रधान-नल से जब गैस निकलती है तब वह भाप में संतृप्त रहती है। उस समय उसका ताप ७५° से ९५° से० रहता है।

प्रधान-नल में ही अधिकांश अलकतरा संघनित हो जाता है। अमोनिया द्रव से गैस का अलकतरा-नुषार (fog) भी निकल जाता है। प्रधान-नल से निकल कर गैस प्राथमिक शीतक में जाती है। अलकतरा और अमोनिया द्रव संघनित हो बँट जाते और नियाकर (decanter) में निकाल लिये जाते हैं। नियाकर इस्पात की एक आयताकार टंकी होती है। जिस कोक-चूल्हे में प्रति दिन १२०० टन कोयला इस्तेमाल होता है उसके लिए ३० फुट लम्बी ८ फुट चौड़ी और ९३ फुट गहरी टंकी होनी चाहिए। ऐसी टंकी की धारिता प्रायः १७,००० गैलन की होती है।

नियाकर में द्रव दो स्तरों में बँट जाता है। ऊपरी स्तर अमोनिया-द्रव का होता

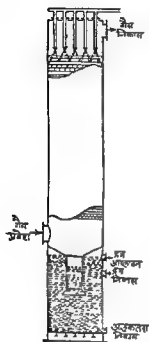
हैं और निचला स्तर अलकतरे का होता है। ये दोनों स्तर अलग-अलग निकाल लिये जाते हैं। नियारक के पदों में धीरे-धीरे पिच इकट्ठा होता है। जब नियारक भर जाता है तब अलकतरा निकाल कर पिच को बाहर कर लेते हैं। पिच को अपोद्घर्षक (srapers) द्वारा छीलकर निकालने का भी कहीं-कहीं प्रवन्ध रहता है। नियारक के पदों में अपोद्घर्षक धीरे-धीरे घूमता है। उससे पिच छीलकर निकल जाता है। ऊपरी अमोनिया-द्रव वही द्रव है जो गैस में छिड़कने के लिए प्रयुक्त होता है। प्रयुक्त होने के पहले इसे छानने की जरूरत पड़ती है ताकि पिच के या मल के छोटे-छोटे टुकड़े उससे निकल जायें। ऐसे छोटे टुकड़े नल के छेद को बन्द कर कठिनाता उत्पन्न कर सकते हैं। इस द्रव के कुछ अंश से अमोनिया भी प्राप्त कर सकते हैं। इस द्रव की पूर्ति ताजा पानी या शीतक द्रव डालकर करते हैं।



चित्र ४४—प्राथमिक परोक्ष शीतक

प्रधान-नल में गैस अल्प दबाव में रहती है। यह दबाव जल के ४ से १० मि मी० के बीच रहता है। दबाव का नियंत्रण चूपक पम्प द्वारा होता है।

प्राथमिक शीतक में तप्त गैस ठंडी होकर २५ और ३५° से० के बीच आ जाती है। भाप और हल्का अलकतरा यहाँ ही संघनित होता है। शीतक दो प्रकार के होते हैं, एक प्रत्यक्ष शीतक और दूसरा परोक्ष शीतक।



चित्र ४५—प्रत्यक्ष शीतक

परोक्ष शीतक में इस्पात का एक बक्स होता है जिसमें नलियाँ लगी रहती हैं। इन नलियों द्वारा गैस और जल विपरीत दिशा में बहते हैं। शीतक में अनेक कक्ष होते हैं। ऐसे एक कक्ष का चित्र यहाँ दिया हुआ है। इन कक्षों में जल और अलकतरा संघनित हो नीचे बैठ जाते और अलग-अलग मार्ग से निकाल लिये जाते हैं।

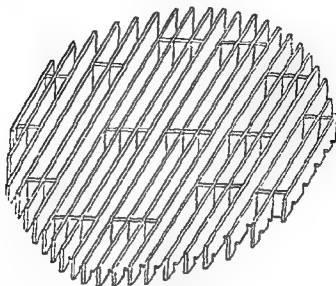
प्रत्यक्ष शीतक में गैसों द्रव के संसर्ग में आती हैं। गैसों नीचे में प्रविष्ट होती और द्रव फुहारों के रूप में ऊपर से गिरता है। ऊपर के निकास-मार्ग से गैस निकल जाती और अलकतरा और द्रव संघनित हो लकड़ी की जाली द्वारा नीचे गिरकर पेंदे में बैठ जाता है। निचला स्तर अलकतरे का होता है और संमुद्रित निकास-मार्ग से निकाल लिया जाता है। अमोनिया द्रव को शीतक कुण्डली में ले जाकर पानी से ठंडा करते हैं। ठंडा हो जाने पर इसी द्रव को ऊपर से गिराकर शीतक की गैस को ठंडा करते हैं। साधारणतया ऐसे शीतक में दो कक्ष रहते हैं। दोनों में ही गैस ठंडी की जाती है। इससे अमोनिया महत्तम मात्रा में प्राप्त होता है।

शीतक में लकड़ी की जाली चित्र में दिये रूप की होती है। ऐसी अनेक जालियाँ एक के ऊपर दूसरी रखी रह सकती हैं। जाली के छेद जितने छोटे हों उतना ही घनिष्ट सम्पर्क द्रव और गैस के बीच होता है पर छेद बहुत छोटा भी न रहना चाहिए, नही तो जाली पर ठोस निक्षेप बनकर छेद को बन्द कर सकता है और इससे गैस और द्रव का बहाव रुक सकता है। साधारणतया दो छेदों के बीच की दूरी आधा इंच रहती है। दो जालियों के बीच में एक इंच का अन्तर रहना चाहिए। प्राथमिक शीतक में लगभग २० प्रतिशत अलकतरा संघनित हो जाता है।

रेचक पम्प

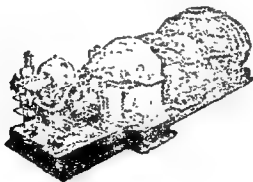
चूल्हे से गैस को प्राथमिक शीतक में लाने के लिए रेचक पम्प का उपयोग होता

हैं। ऐसे पम्प दो किस्म के होते हैं। एक किस्म के पम्प को कौन्सेविले एक्जोस्टर और दूसरे किस्म के पम्प को सेन्ट्रिफ्यूगल एक्जोस्टर कहते हैं। ये दोनों किस्म के



चित्र ४६—लकड़ी की जाली

पम्प आज उपयोग में आते हैं और अच्छे समझे जाते हैं। अलकतरा के निकालने में सेन्ट्रिफ्यूगल एक्जोस्टर थोड़ा समझा जाता है।



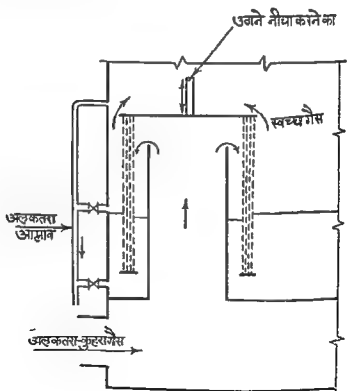
चित्र ४७—कौन्सेविले एक्जोस्टर

अलकतरा निष्कर्षक

रेचक पम्प से गैस के धींचने पर गैस में तुफान के रूप में उत्पन्न शक्ति का उपयोग

जाता है। यह अलकतरा धीरे-धीरे बैठकर गैस के मार्ग को अवरुद्ध कर सकता है। इस कारण अलकतरे को निकाल देना आवश्यक होता है। यह काम निष्कर्षक द्वारा होता है।

निष्कर्षक दो प्रकार के होते हैं। एक प्रकार के निष्कर्षक में गैस को एक पट्ट के सूक्ष्म विवरों (Orifices) द्वारा पारित कर पहले पट्ट के ठीक सामने-सामने रखे दूसरे पट्ट के ठोस तल पर टकराते हैं। इस टक्कर से गैस में उपस्थित अलकतरा का तुषार (fog) पर्याप्त मात्रा में पृथक् हो जाता है। पट्ट में अनेक सूक्ष्म विवर रहते हैं। ऐसे निष्कर्षक से सारा अलकतरा नहीं निकलता। अब भी १००० घनफुट गैस में ५ से ३० ग्राम अलकतरा छोप रह जाता है।

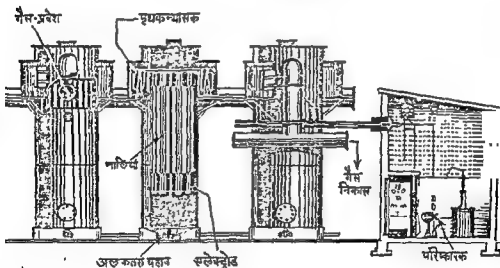


चित्र ४८—अलकतरा निष्कर्षक

एक दूसरा निष्कर्षक बिजली का अवक्षेपक है। इसे कोट्ट रेल (cottrell) का अवक्षेपक कहते हैं। यह अधिक मुदक्ष होता है। इसी निष्कर्षक का उपयोग आज

अमेरिका में हो रहा है। यहाँ दो विद्युत्-द्वारों के बीच प्रबल वद्युत-क्षेत्र उत्पन्न किया जाता है। ऐसे क्षेत्र का विभव अन्तर बहुत ऊँचा होता है। ऐसे क्षेत्र में गैस के प्रवेश से गैस आयनीकृत हो जाती है। कणों में विद्युत्-आवेश आ जाता है। ये आविष्ट कण विद्युदग्र से प्रतिकर्षित हो घन विद्युदग्र पर अवक्षिप्त हो जाते हैं। इस क्षेत्र से बाहर निकलने पर गैस विलकुल स्वच्छ हो जाती है।

ऐसा अवक्षेपक ऊर्ध्वाधार वेल्नाकार इस्पात का कक्ष होता है जिसमें अनेक घन विद्युदग्र नल लगे रहते हैं। ऐसे नल ६ से ८ इंच व्यास के प्रायः ९ फुट लम्बे होते हैं। इन नलों के केन्द्र में ऋण विद्युदग्र तार या जंजीर के रूप में लटके रहते हैं।



चित्र ४९—अलकतरे का वद्युत अवक्षेपक

ऐसे अवक्षेपक से गैस का ९५ से ९९ प्रतिशत अलकतरा निकल जाता है। इससे निकली गैस के १००० घनफुट में १-६ से ३ ग्राम अलकतरा रहता है। इसके १० लाख घन फुट गैस में ५ से ८ किलोवाट प्रति घण्टा बिजली लगती है।

गैस से फिर अमोनिया निकाला जाता है। अमोनिया निकालने की रीति का वर्णन आगे होगा।

अन्तिम शीतक

निष्कर्षक में संपीडन से गैस का ताप 4° से 14° से० बढ़ जाता है। अमोनिया निकालने के लिए गैस को संतृप्तक (saturator) में ले जाया जाता है। इसके लिए गैस को 44° से 60° से० तक गरम करना पड़ता है। संतृप्तक में भी सल्फ्यूरिक अम्ल की अमोनिया पर की प्रतिक्रिया से ताप 2° से 3° से० बढ़ जाता है। संतृप्तक से निकलने पर गैस भाप में प्रायः संतृप्त रहती है। इस गैस के आगे उपचार करने के पहले उसे फिर ठंडा कर लेना आवश्यक होता है।

अन्तिम शीतक में अब गैस को ठंडा किया जाता है। यह शीतक एक मीनार होता है जिसमें लकड़ी का टट्टर भरा रहता है। इसमें नीचे से गैस प्रविष्ट करती और ऊपर उठती है। ऊपर से जल की धारा गिरती है। टट्टर लकड़ी की पत्तों पट्टियों की बनी होती है। ये पट्टियाँ चार-चार इंच की दूरी पर रहती हैं ताकि उस पर नैपथलीन इकट्ठा होकर मार्ग को अवरुद्ध न करे। नैपथलीन के साथ उष्ण जल मीनार के पेंदे में इकट्ठा होता और संमुद्रण से निधारक-होज में निकल जाता है। अधिवाश नैपथलीन ऊपर तल पर इकट्ठा होता है। समय-समय पर यह छानकर निकाल लिया जाता है। इस मीनार में पानी के अतापमैदी (adiabatic) उद्घाटन से अथवा पानी के फूहारे से गैस ठंडी होती है। इसी शीतक में गैस का ताप $20-30^{\circ}$ से० हो जाना चाहिए। यह वस्तुतः पानी के ताप पर निर्भर करता है। पानी का ताप वायुमण्डल के ताप और आपेक्षिक आर्द्रता पर निर्भर करता है। गर्मी के दिनों में गैस का ताप ऊँचा रहता है और जाड़े के दिनों में नीचा।

यदि गैस से हल्के तेलों को भी प्राप्त करना हो तो शीतक के बाद ही मार्जक रखते हैं। इसका वर्णन आगे होगा।

यदि गैस को धरेलू ईंधन के लिए प्रयुक्त करना हो तो गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड, नैपथलीन, गंध बननेवाला पदार्थ और भाप नहीं रहना चाहिए।

हाइड्रोजन सल्फाइड का निष्कासन

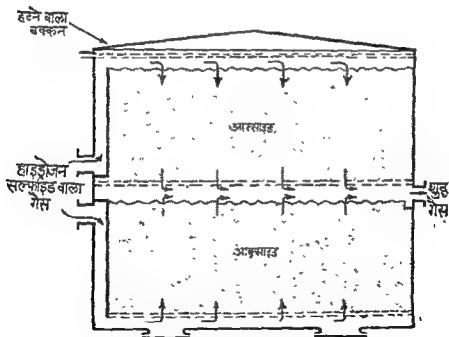
हाइड्रोजन सल्फाइड के निकालने की सबसे पुरानी रीति गैस को ऐसे धन में ले जाना है जिसमें लोहे के सक्रिय जलीयित आक्साइड रखा हुआ है। यहाँ हाइड्रोजन सल्फाइड और लोहे के बीच प्रतिक्रिया होकर हाइड्रोजन सल्फाइड लोहे के सल्फाइड में परिणत होकर बक्स में ही रह जाता और गैस निकल जाती है। यहाँ प्रतिक्रिया इस प्रकार होती है—



यदि लोहे का सारा आक्साइड सल्फाइड में परिणत हो जाय तो हाइड्रोजन सल्फाइड का अवशोषण बन्द हो जाता है। ऐसी दशा में लोहे के सल्फाइड को कुछ काल वायु में खुला रखने से उसका पुनर्जीवितकरण हो जाता है और वह फिर इस काम के लिए प्रयुक्त हो सकता है।



इस प्रकार कई बार प्रयुक्त करने के बाद लोहे के आक्साइड की सक्रियता इतनी घट जाती है कि उसे फिर प्रयुक्त करना ठीक नहीं होता। सक्रियता नष्ट होने के कई कारण होते हैं। लोहे के आक्साइड पर अलकतरे का आवरण चढ़ जाने से गैस उसमें प्रवेश नहीं कर सकती जिससे उसकी सक्रियता नष्ट हो सकती है। पुनर्जीवितकरण के समय गन्धक मुक्त होता है। धीरे-धीरे गन्धक को भासा इतनी अधिक हो सकती



चित्र ५०—लोहे के आक्साइड का चक्का

है कि उसमें आक्साइड की मात्रा कम हो जाती है। गैस के हाइड्रोजन सायनाइड में मिलकर आक्साइड फेरोसायनाइड में परिणत हो जाता है। फेरोसायनाइड का पुनर्जीवितकरण नहीं होता। उतरी आक्साइड की कमी हो जाती है। फेरोसायना-

इस पर हाइड्रोजन सल्फाइड की कोई क्रिया नहीं होती। ऐसे आक्साइड को प्रयुक्त (spent) या क्षयित आक्साइड कहते हैं। यह इसी रूप में बेच दिया जाता है। इसे लोग खरीदकर उससे गन्धक और फेरोसायनाइड प्राप्त करते हैं।

आक्साइड का बक्स छिड़ला इस्पात या कांक्रिट का बना होता है। वह कदाचित् ही १० से १५ फुट ऊँचा होता है। साधारणतया १० फुट से नीचा ही होता है। बक्स में अन्दर का तल अधिक से अधिक हो तो अच्छा होता है। बक्स में गैस बहुत धीरे-धीरे बहायी जाती है। गैसों के बहाव की गति प्रतिघंटा १०० घनफुट होती है। आक्साइड एक ही स्तर में नहीं रखा जाता। दो या तीन स्तरों में प्रजाल (lattice) पर रखना अच्छा होता है। प्रत्येक स्तर ३ से ६ फुट मोटा होता है।

जब केवल आक्साइड के बक्स ही गैस के शोधन में प्रयुक्त हुए हैं तब तीन या चार बक्सों को एक श्रेणी में रखा जाता है। पहले बक्स में ऐसा आक्साइड रहता है जिसका उपयोग अनेक बार हो चुका है। दूसरे तीसरे बक्स में उससे कम प्रयुक्त होनेवाले आक्साइड क्रमशः रखे जाते हैं। अन्तिम बक्स में बिल्कुल ताजा आक्साइड रहता है। यदि गैस का शोधन तरल शोधन विधि से हुआ हो तो ऐसी गैस के लिए एक से दो बक्स पर्याप्त हैं। प्रत्येक बक्स में एक नर-छिद्र और एक कपाट रहता है। इससे गैस को इच्छानुसार किसी दूसरे बक्स से जोड़ सकते अथवा गैस की दिशा बदल सकते हैं। गैस की दिशा के बदलने से आक्साइड का पूरा उपयोग हो जाता है। बक्स का ढक्कन खुलनेवाला होता है। इस ढक्कन से जब चाहे तब बक्स को खाली कर सकते अथवा आक्साइड से भर सकते हैं। बक्स के पार्श्व में द्वारी भी रहती है जिससे आक्साइड को निकाल सकते हैं।

बक्स में लोहे का जलीयित आक्साइड रखा जाता है। यह आक्साइड प्राकृत हो सकता है अथवा कृत्रिम। प्राकृत आक्साइड खानों से निकलता है। भिन्न-भिन्न खानों से निकला आक्साइड विभिन्न सक्रियता का हो सकता है। सक्रियता बहुत कुछ जलीयन पर निर्भर करती है। कृत्रिम आक्साइड आक्साइड के जलीयन से अथवा लोहे के खरादन के नियंत्रित आक्सीकरण से प्राप्त होता है। अच्छे आक्साइड में प्रति घनफुट में लोहे के आक्साइड का २० से २५ पाउण्ड रहना चाहिए। उसमें लोहा या इस्पात का न रहना अच्छा है। आक्साइड ऐसे रूप में रहना चाहिए कि गैस उसमें सरलता से प्रतिवेधित हो सके।

एक घनफुट आक्साइड में प्रायः २१.५ पाउण्ड फेरिक आक्साइड (Fe_2O_3) रहता है। इतना आक्साइड लगभग १५ पाउण्ड हाइड्रोजन सल्फाइड का अवशोषण कर सकता है। पर इतना अवशोषण साधारणतया नहीं होता। अवशोषण बहुत

कुछ बक्स की बनावट, गैस के बहाव, आक्साइड की सक्रियता, आक्साइड के बाह्यतल और संस्पर्श समय पर निर्भर करता है।

पहले चक्र में सम्भवतः ७ पाउण्ड तक का अवशोषण हो सकता है। पर अन्य चक्रों में अवशोषण क्रमशः कम होता जाता है। आक्साइड की सक्रियता जल की मात्रा, क्षारीयता, बाह्यतल और ताप पर निर्भर करती है। सूखा आक्साइड अवशोषण नहीं करता। आक्साइड में कुछ जल का रहना बड़ा आवश्यक है। पर यदि जल की मात्रा इतनी अधिक हो कि आक्साइड उससे पूर्णतया संतृप्त हो जाय तो भी सक्रियता घट जाती है। अनुभव से पता लगता है कि ३८° से ६५ प्रतिशत आपंक्षिक आर्द्रता का होना अच्छा है।

आक्साइड का पी० एच० ७० रहना सर्वश्रेष्ठ है। इतना पी० एच० रखने के लिए आक्साइड में कुछ चूना अथवा कुछ अमोनिया मिला देते हैं। बक्स का ताप न ऊँचा रहना चाहिए, न नीचा ही। महत्तम अवशोषण के लिए बक्स का ताप ३८ से ४३° से० के बीच रहना अच्छा है।

लोहे के आक्साइड को हलका बनाने के लिए उसमें कुछ हलकी चीजें मिला देते हैं। ऐसी हलकी चीजों में लकड़ी का छीलन (shavings), लोहे की भट्ठी का धातु-मल, मकई की खुंखड़ी या लकड़ी का बुरादा रहता है। इससे गैस के प्रवेश में सरलता होती है और गैस आक्साइड के सब भागों में सरलता से प्रविष्ट हो जाती है। २५ पाउण्ड आक्साइड में एक मन तक छीलन डाला जा सकता है।

प्रयुक्त आक्साइड को वायु में खुला रखने से उसका पुनर्जीवितकरण हो जाता है। यदि आक्साइड को बाहर निकालने में कुछ कठिनता हो तो बक्स में ही वायु के प्रवेश से पुनर्जीवितकरण हो सकता है। गैस का प्रवेश बन्द कर वायु को उसमें प्रवाहित कर सकते हैं। इसमें यह देखना पड़ता है कि बक्स का ताप ताप-क्षोपक मिश्रणों के कारण विशेष ऊँचा न हो। बक्स में ही पुनर्जीवितकरण में आक्साइड को बाहर निकालकर देख लेना आवश्यक होता है कि आक्साइड बड़ा लोप्ट तो नहीं बना है। यदि बड़ा लोप्ट बना हो तो उसे तोड़ लेना चाहिए। तोड़ने से तल पर बना फिल्म भी आप ही आप टूट जाता है।

यदि आक्साइड को बाहर निकालकर पुनर्जीवित करता पड़े तो उसे कई बार उलट-मुलट कर देख लेना चाहिए कि सारा आक्साइड ठीक प्रकार से आक्सीकृत हो गया है अथवा नहीं। आक्साइड को बार-बार चटकेरने और छिछले पान में रखने से पुनर्जीवितकरण जल्दी हो जाता है। आर्द्रता के अतिरेक से पुनर्जीवितकरण की गति में वृद्धि होती है।

इड पर हाइड्रोजन सल्फाइड की कोई क्रिया नहीं होती। ऐसे आक्साइड को प्रयुक्त (spent) या क्षयित आक्साइड कहते हैं। यह इसी रूप में बेच दिया जाता है। इसे लोग खरीदकर उससे गन्धक और फेरोसायनाइड प्राप्त करते हैं।

आक्साइड का बक्स छिछन्ना इस्पात या कांथ्रीट का बना होता है। वह कदाचित् ही १० से १५ फुट ऊँचा होता है। साधारणतया १० फुट से नीचा ही होता है। बक्स में अन्दर का तल अधिक से अधिक हो तो अच्छा होता है। बक्स में गैस बहुत धीरे-धीरे बहामी जाती है। गैसों के बहाव की गति प्रतिघंटा १०० घनफुट होती है। आक्साइड एक ही स्तर में नहीं रखा जाता। दो या तीन स्तरों में प्रजाल (lattice) पर रचना अच्छा होता है। प्रत्येक स्तर ३ से ६ फुट मोटा होता है।

जब केवल आक्साइड के बक्स ही गैस के शोधन में प्रयुक्त हुए हैं तब तीन या चार बक्सों को एक श्रेणी में रखा जाता है। पहले बक्स में ऐसा आक्साइड रहता है जिसका उपयोग अनेक बार हो चुका है। दूसरे तीसरे बक्स में उससे कम प्रयुक्त होनेवाले आक्साइड क्रमशः रखे जाते हैं। अन्तिम बक्स में विलकुल ताजा आक्साइड रहता है। यदि गैस का शोधन सरल शोधन विधि से हुआ हो तो ऐसी गैस के लिए एक से दो बक्स पर्याप्त हैं। प्रत्येक बक्स में एक नर-छिद्र और एक कपाट रहता है। इससे गैस को इच्छानुसार किसी दूसरे बक्स से जोड़ सकते अथवा गैस की दिशा बदल सकते हैं। गैस की दिशा के बदलने से आक्साइड का पूरा उपयोग हो जाता है। बक्स या ढक्कन खुलनेवाला होता है। इस ढक्कन से जब चाहे तब बक्स को खाली कर सकते अथवा आक्साइड से भर सकते हैं। बक्स के पार्श्व में टांगी भी रहती है जिससे आक्साइड को निकाल सकते हैं।

• बक्स में लोहे का जलीयित आक्साइड रखा जाता है। यह आक्साइड प्राकृत हो सकता है अथवा कृत्रिम। प्राकृत आक्साइड खानों से निकलता है। भिन्न-भिन्न खानों से निकला आक्साइड विभिन्न सक्रियता का हो सकता है। सक्रियता बहुत कुछ जलीयन पर निर्भर करती है। कृत्रिम आक्साइड आक्साइड के जलीयन से अथवा लोहे के खरादन के नियंत्रित आक्सीकरण से प्राप्त होता है। अच्छे आक्साइड में प्रति घनफुट में लोहे के आक्साइड का २० से २५ पाउण्ड रहना चाहिए। उसमें लोहा या इस्पात का न रहना अच्छा है। आक्साइड ऐसे रूप में रहना चाहिए कि गैस उसमें सरलता से प्रतिवेधित हो सके।

एक घनफुट आक्साइड में, प्रायः २१.५ पाउण्ड फेरिक आक्साइड (Fe_2O_3) रहता है। इतना आक्साइड लगभग १५ पाउण्ड हाइड्रोजन सल्फाइड का अवशोषण कर सकता है। पर इतना अवशोषण साधारणतया नहीं होता। अवशोषण बहुत

कुछ बक्स की बनावट, गैस के बहाव, आक्साइड की सक्रियता, आक्साइड के वाह्यतल और संस्पर्श समय पर निर्भर करता है।

पहले चक्र में सम्भवतः ७ पाउण्ड तक का अवशोषण हो सकता है। पर अन्य चक्रों में अवशोषण क्रमशः कम होता जाता है। आक्साइड की सक्रियता जल की मात्रा, क्षारीयता, वाह्यतल और ताप पर निर्भर करती है। सूखा आक्साइड अवशोषण नहीं करता। आक्साइड में कुछ जल का रहना बड़ा आवश्यक है। पर यदि जल की मात्रा इतनी अधिक हो कि आक्साइड उससे पूर्णतया संतृप्त हो जाय तो भी सक्रियता घट जाती है। अनुभव से पता लगता है कि ३८° से० पर ६५ प्रतिशत आपेक्षिक आद्रता का, होता अच्छा है।

आक्साइड का पी० एच० ७० रहना सर्वश्रेष्ठ है। इतना पी० एच० रखने के लिए आक्साइड में कुछ चूना अथवा कुछ अमोनिया मिला देते हैं। बक्स का ताप न ऊँचा रहना चाहिए, न नीचा ही। महत्तम अवशोषण के लिए बक्स का ताप ३८ से ४३° से० के बीच रहना अच्छा है।

लोहे के आक्साइड को हलका धनाने के लिए उसमें कुछ हलकी चीजें मिला देते हैं। ऐसी हलकी चीजों में लकड़ी का छीलन (shavings), लोहे की भट्ठी का धातु-भल, भकई की खुसड़ी या लकड़ी का बुरादा रहता है। इससे गैस के प्रवेश में सरलता होती है और गैस आक्साइड के सब भागों में सरलता से प्रविष्ट हो जाती है। २५ पाउण्ड आक्साइड में एक मन तक छीलन डाला जा सकता है।

प्रयुक्त आक्साइड को वायु में खुला रखने से उसका पुनर्जीवितकरण हो जाता है। यदि आक्साइड को बाहर निकालने में कुछ कठिनाता हो तो बक्स में ही वायु के प्रवेश से पुनर्जीवितकरण हो सकता है। गैस का प्रवेश बन्द कर वायु को उसमें प्रवाहित कर सकते हैं। इसमें यह देखना पड़ता है कि बक्स का ताप ताप-क्षेपक क्रियाओं के कारण विशेष ऊँचा न हो। बक्स में ही पुनर्जीवितकरण में आक्साइड को बाहर निकालकर देख लेना आवश्यक होता है कि आक्साइड बड़ा लोप्ट तो नहीं बना है। यदि बड़ा लोप्ट बना हो तो उसे तोड़ लेना चाहिए। तोड़ने से तल पर बना फिल्म भी आप ही आप टूट जाता है।

यदि आक्साइड को बाहर निकालकर पुनर्जीवित करना पड़े तो उसे कई बार उलट-पुलट कर देख लेना चाहिए कि सारा आक्साइड ठीक प्रकार से आक्सीकृत हो गया है अथवा नहीं। आक्साइड को बार-बार उटकेरने और छिछले पात्र में रखने से पुनर्जीवितकरण जल्दी हो जाता है। आद्रता के अतिरेक से पुनर्जीवितकरण की गति में घुड़ि होती है।

साधारणतया वायु में खुला रखने से १० से १२ घंटे में पुनर्जीवितकरण हो जाता है। पर अधिक समय तक खुला रखना अच्छा है। पुनर्जीवितकरण आक्साइड पाँच छः बार प्रयुक्त हो सकता है। आक्साइड को उस समय फेंक देना चाहिए जब गन्ध की मात्रा लगभग ६० प्रतिशत हो जाय।

हाइड्रोसल्फाइड के अतिरिक्त हाइड्रोजन सायनाइड और गैस बननेवाले पदार्थ भी लोहे के आक्साइड से निकल जाते हैं। सायनाइड फेरोसायनेट में परिणत हो जाता है। प्रति १००० घन फुट गैस के लिए आक्साइड का लगभग ०.७५ घनफुट तल आवश्यक होता है।

सीबोर्ड विधि

एक दूसरी विधि से भी हाइड्रोजन सल्फाइड को निकाल सकते हैं। इस विधि को सीबोर्ड विधि कहते हैं। इस विधि में गैस को ३.५ प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट घुले जल से धोते हैं। सोडियम कार्बोनेट की प्रतिक्रिया हाइड्रोजन सल्फाइड और कार्बन डाइ-आक्साइड पर इस प्रकार होती है—



सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड



सोडियम बाई-कार्बोनेट

यहाँ सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड और सोडियम बाई-कार्बोनेट बनते हैं। इससे गैस इनसे मुक्त हो जाती है। सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड में वायु के प्रवाह से हाइड्रोजन सल्फाइड निकल जाता और उससे सोडियम हाइड्राक्साइड बनकर विलयन का पुनर्जीवितकरण हो जाता है।

इस विधि में वस्तुतः दो मीनार होते हैं। एक अवशोषक और दूसरा परिशोधक (actifier)। अवशोषक में गैस का शोधन होता है और परिशोधक में पुनर्जीवितकरण। दोनों में लकड़ी का टट्टर भरा रहता है। ऊपर से विलयन प्रविष्ट करता है। अवशोषक में सोडियम कार्बोनेट का विलयन गिरकर पेंदे में जाता और वहाँ से जाकर ऊपर से परिशोधक में गिरता है। अवशोषक में नीचे से गैस प्रविष्ट होती है और परिशोधक में पंखे द्वारा नीचे से वायु प्रवेश करती है। जितनी गैस का शोधन होता है उसका तिगुना आयतन वायु का प्रविष्ट कराया जाता है। साधारणतया १००० घन फुट गैस के शोधन के लिए ६० और १५० गैलन के लगभग विलयन लगता है। इसकी वास्तविक मात्रा हाइड्रोजन सल्फाइड और कार्बन डाइ-आक्साइड

की मात्रा पर निर्भर करती है। इस रीति में ८५ से ९५ प्रतिशत हाइड्रोजन सल्फाइड निकल जाता है। यदि गैस को एक बार और भीनार में प्रवाहित करें तो ९८ से ९९ प्रतिशत हाइड्रोजन सल्फाइड निकल सकता है।

सीबोर्ड विधि सरल है। इसमें ज्यादा देखभाल की आवश्यकता नहीं पड़ती। समय-समय पर और सोडियम कार्बोनेट विलयन में डाला जाता है। इसकी इसलिए आवश्यकता पड़ती है कि कुछ सोडियम कार्बोनेट सोडियम थायोसायनेट और सोडियम थायोसल्फेट के रूप में निकल जाता है। यहाँ हाइड्रोजन सल्फाइड भी प्रायः पूर्ण रूप से निकल जाता है। हाइड्रोजन सायनाइड के साथ क्रिया इस प्रकार होती है—



सोडियम थायोसायनेट

हाइड्रोजन सल्फाइड का प्रायः १० प्रतिशत सोडियम थायोसल्फेट बनता है।



सोडियम थायोसल्फेट

सीबोर्ड परिसोधक से निकले विलयन में निम्नलिखित पदार्थ पाये गये हैं—

प्रति लिटर विलयन में

	ग्राम
सोडियम कार्बोनेट	१४.७
सोडियम बाई-कार्बोनेट	२१.३
सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड	०.३
सोडियम थायोसल्फेट	१४२.०
सोडियम थायोसायनेट	१४५.०

यदि विलयन में स्थायी लवण की मात्रा अधिक हो जाय तो ताजा विलयन समय-समय पर डालने की आवश्यकता पड़ती है। इन प्रतिक्रियाओं में जो हाइड्रोजन सल्फाइड बनता है उसे वायुमण्डल में छोड़ देते हैं। दुर्गन्ध से यदि वायु के दूषित हो जाने का भय हो तो हाइड्रोजन सल्फाइड को जगाकर सल्फर डाइ-आक्साइड बना लेते हैं।

हाइड्रोजन सल्फाइड को इकट्ठा कर उपयोग में लाने की भी चेष्टाएँ हुई हैं। इसके लिए हाइड्रोजन सल्फाइड को सान्द्र रूप में प्राप्त करना पड़ता है। जिस विधि से सान्द्र हाइड्रोजन सल्फाइड प्राप्त होता है उसे उष्ण बर्मेन्सन (hot actification) विधि कहते हैं। यह विधि सीबोर्ड विधि से बहुत मिलती जुलती है। इसमें सोडियम

कार्बोनेट और सोडियम वाई-कार्बोनेट का विलयन प्रयुक्त होता है। इन लवणों की मात्रा १० प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट के बराबर रहती है।

हाइड्रोजन सल्फाइड से जब विलयन दूषित हो जाता है तब उसका पुनर्जीवित-करण भी हो सकता है। दूषित विलयन का ताप प्रायः 60° से० और दबाव ५ इंच पारब का रहता है। विलयन के पुनर्जीवितकरण के लिए उसमें भाप ले जाते हैं। प्रति १००० घनफुट गैस के लिए न्यून दबाव पर ७ पाउण्ड भाप की जरूरत पड़ती है। कर्मभ्यन यदि वायुमण्डल के दबाव पर होता हो तो १००० घनफुट गैस के लिए लगभग २७ पाउण्ड भाप लगेगी। शिखर से निकले भाप और हाइड्रोजन सल्फाइड को ठंडा कर लेते हैं।

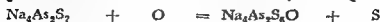
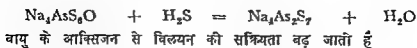
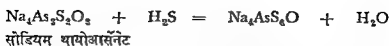
हाइड्रोजन सल्फाइड में अमोनिया का अल्प अंश, हाइड्रोजन सायनाइड का अधिक भाग, कार्बन डाइ-आक्साइड का कुछ भाग रहता है। उसका संघटन इस प्रकार का होता है—

	प्रतिशत
हाइड्रोजन सल्फाइड	७०
कार्बन डाइ-आक्साइड	१६
कार्बन सायनाइड	१३

यदि इस हाइड्रोजन सल्फाइड को संस्पर्श विधि द्वारा सलप्यूरिक अम्ल के निर्माण में प्रयुक्त करना है तो उससे संयन्त्र का संस्कारण होता पाया गया है। सम्भवतः यह संस्कारण अमोनिया और सायनाइड के दहन-उत्पाद के कारण होता है। यदि हाइड्रोजन सल्फाइड को अल्प जल से एक छोटे भार्जक में धो डालें तो यह कठिनता दूर हो जाती है। यहाँ अल्प मात्रा में स्थायी लवण सोडियम थायोसल्फेट और सोडियम थायोसायनेट बनते हैं।

थाइलीक्स गन्धक-प्रत्यादान विधि
(Thylox Sulphur-Recovery Process)

थाइलीक्स विधि वस्तुतः तरल-शोधन विधि है। इसमें सोडियम थायोसायनेट (थाइलीक्स प्रतिकारक) का विलयन प्रयुक्त होता है। ऐसे विलयन में आर्सेनिक ट्राइ-आक्साइड (As_2O_3) की मात्रा एक प्रतिशत से कम रहती है। विलयन का पी एच 7.5 से 8.0 सोडियम कार्बोनेट डालकर रखा जाता है। ऐसे विलयन में हाइड्रोजन सल्फाइड अवशोषित हो जाता है। अवशोषण की प्रतिक्रियाएँ इस प्रकार होती हैं।



थाइरोक्स विधि के लिए अमेरिकी कोर्पस कम्पनी में एक संयंत्र बनाया है जो अमेरिका के अनेक कारखानों में प्रयुक्त होता है। इस संयंत्र में गैस पहले अवशोषण में पेंदे से प्रविष्ट होती है। अवशोषक में टट्टर भरा रहता है। ऊपर से विलयन गिरता है। विलयन फिर कर्मण्यक (actifier) में पम्प किया जाता है। यह अवशोषक के पास ही स्थित होता है। कर्मण्यक पतला लम्बा सा मीनार होता है। पेंदे से एक सछिद्र मल द्वारा संपीड़ित वायु प्रविष्ट होकर ऊपर उठती है और ऊपर से विलयन गिरकर उसके घनिष्ठ सम्पर्क में आता है। विलयन में सूक्ष्म गन्धक अवक्षिप्त होता है। वायु के बुलबुले में फेन बनकर उठता और शिखर पर इकट्ठा हो बहकर बाहर निकल जाता है। इसे गन्धक टकी में इकट्ठा करते हैं। गैस के आपतन की ३ या ४ प्रतिशत वायु की यहाँ आवश्यकता पड़ती है। कर्मण्यक से विलयन फिर गुरुता द्वारा अवशोषक में आकर इस्तेमाल होता है। गन्धक को छान और धोकर लवणों से मुक्त करते हैं। उत्कृष्ट परिणाम के लिए थाइरोक्स विलयन का ताप ३८ से ४०° से० रहना चाहिए।

थाइरोक्स विलयन को सोडा ऐश और आर्सेनिक ट्राइ-आक्साइड के जल में घुलाने से तैयार करते हैं। पहले-पहल जब संयंत्र को चलाना होता है तब ताजा विलयन इस्तेमाल करते हैं। ऐसे विलयन पर कार्बन डाइ-आक्साइड की कोई क्रिया नहीं होती, क्योंकि विलयन की क्षारीयता क्रिया के लिए पर्याप्त नहीं होती। इस विलयन में हाइड्रोजन सायनाइड भी निकल जाता है। वह सोडियम थायोआसॉनेट बनता है। सम्भवतः नयजात गन्धक और मोडियम लवणों की प्रतिक्रिया से यह बनता है। स्फारी लवणों के घनने के कारण विलयन में समय-समय पर सोडा के विलयन डालने की आवश्यकता पड़ती है। कुछ अन्य रीतियों से, गन्धक के अवशोषण आदि में, भी सोडा का कुछ ह्रास होता है। सोडा के स्थान में अमोनिया भी प्रयुक्त हो सकता है क्योंकि अमोनिया भी अमोनियम थायोआसॉनेट बनता है।

थाइरोक्स संयंत्र में गैस का ९८ प्रतिशत हाइड्रोजन सल्फाइड निकल जाता है।

यदि सारा हाइड्रोजन सल्फाइड निकालना हो तो संयन्त्र के साथ लोहे के आक्साइड का एक धारण (Catch) रख देने से ऐसा होता है।

समस्त हाइड्रोजन सल्फाइड का प्रायः ७० प्रतिशत गन्धक के रूप में प्राप्त हो सकता है। ऐसा गन्धक बहुत सूक्ष्म रूप में रहने से कवकनाशक और कृमिनाशक के रूप में खेतों में छिड़कने के लिए बहुत अच्छा होता है। गन्धक को पिघला कर बत्ती अथवा पिण्ड के रूप में भी प्राप्त कर सकते हैं। ऐसा गन्धक उन सभी कामों में लग सकता है जहाँ अल्प आर्सेनिक से कोई हानि न हो।

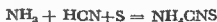
फेरोक्स गन्धक-प्रत्यादान विधि

(Ferrous Sulphur Recovery Process)

इस विधि में आर्सेनिक के स्थान में लोहे का आक्साइड प्रयुक्त होता है। सोडियम कार्बोनेट के ०.५ से २ प्रतिशत विलयन में ०.५ प्रतिशत सक्रिय आयरन आक्साइड (Fe_2O_3) के रहने से विलयन उसी प्रकार इस्तेमाल हो सकता है जैसा बाइलीकम विलयन प्रयुक्त होता है। संयन्त्र में कुछ अन्तर होता है, इस विधि का उपयोग कदाचित् ही कही होता है।

अमोनियम थायोसायनेट प्रत्यादान

तरल-शोधन विधि में गैस का हाइड्रोजन सायनाइड सोडा और हाइड्रोजन सल्फाइड की प्रतिक्रिया से सोडियम थायोसायनेट बनता है। यह यौगिक स्थायी होता है। इसका सोडियम अब शोधन के लिए प्राप्य नहीं है। इस कारण समय-समय पर विलयन में सोडा डालने की जरूरत पड़ती है। कुछ कारखानों में सोडा के स्थान में अमोनिया इस्तेमाल होता है। अमोनिया से अमोनिया थायोसायनेट बनता है। इसके लिए गन्धक का रहना बड़ा आवश्यक है। मार्जक में गन्धक रखकर ऐसा किया जाता है। प्रतिक्रिया इस प्रकार होती है—



गैस का ९५ प्रतिशत हाइड्रोजन सायनाइड इस रीति से निकल जाता है। जब विलयन थायोसायनेट से पर्याप्त संतृप्त हो जाय तब विलयन को छानकर गाढ़ा करते हैं। पर्याप्त गाढ़ा हो जाने पर ठंडे होने पर अमोनियम थायोसायनेट के मणिम निकल आते हैं। ऐसे मणिमों में अमोनियम थायोसायनेट लगभग ९५ प्रतिशत, जल ४ प्रतिशत और राख एक प्रतिशत रहती है। यदि इसका शोधन किया जाय और लोहे का अंश निकाल दिया जाय तो वर्णरहित मणिम प्राप्त होते हैं।

अमोनियम थायोसायनेट के अनेक उपयोग हैं। घाम-भातों के हटाने, वस्त्रों के निर्माण और अनेक कार्वनिक तथा अकार्वनिक यौगिकों के निर्माण में यह प्रयुक्त होता है। इसमें थायोयूरिया भी बन सकता है। थायो-यूरिया प्लास्टिक के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

कार्वनिक गन्धक यौगिक

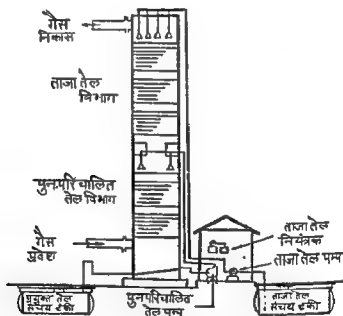
हाइड्रोजन सल्फाइड के अतिरिक्त गैस में कुछ कार्वन-गन्धक यौगिक, कार्वन टाइ-सल्फाइड, मरफैप्टन, थायोफीन और कार्वन आक्सी सल्फाइड रहते हैं। कार्वन-गन्धक यौगिक की मात्रा १००० घनफुट गैस में १.३ से २ ग्राम रहती है। मार्जक में हाइड्रोजन के मार्जक से यौगिक निकल जाता है। यदि ऐसे यौगिक की मात्रा बड़ी अल्प हो तो उन्हें निकालने की जरूरत नहीं पड़ती पर यदि अधिक हो तो निकालना जरूरी हो जाता है।

नैपथलीन

गैस में नैपथलीन रहता है। साधारणतः इसकी मात्रा प्रति १०० घनफुट में १ से २ ग्राम रहती है। यदि इसे निकाल न दिया जाय तो गैस की नली में इसके मणिभ बनकर गैस के मार्ग को अवरोध कर सकते हैं। यदि नैपथलीन की मात्रा प्रति १०० घनफुट में ४ से ४ ग्रैन रहे तो इस अल्प मात्रा से कोई कठिनता नहीं होती, यद्यपि दीर्घकाल में इतनी मात्रा से भी कठिनता उत्पन्न हो सकती है। किस ताप पर कितनी मात्रा नैपथलीन की गैस बहान कर सकती है उसका स्पष्टीकरण निम्नलिखित आँकड़ों से होता है।

ताप से०	१०० घनफुट गैस में नैपथलीन की मात्रा
	ग्रेन
०	१.८५
५	३.२६
१०	५.५९
१५	९.३९
२०	१५.५
२५	२५.२
३०	४०.३
४०	९८.५
५०	२२७
६०	४९७

पेट्रोलियम के एक प्रभाग के मार्जन से नैफथलीन निकल जाता है। इस काम के लिए जो मार्जक उपकरण प्रयुक्त होता है उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है। यहाँ एक मीनार होता है जिसके दो खंड एक के ऊपर दूसरे स्थित होते हैं। दोनों लकड़ी के टट्टर अथवा इस्पात के खरादन से भरे रहते हैं। निचले खंड के पेंदे से गैस प्रविष्ट होकर ऊपर उठती है। ऊपर से अवशोषक तेल प्रविष्ट होता है। ऊपर के खंड में अवशोषक-तेल ताजा रहता है। वहाँ से टपककर वह निचले खंड में भाता है। एक के ऊपर दूसरे खंड के रहने के स्थान में दो खंड पास-पास भी रह सकते हैं। एक खंड से गैस निकल कर दूसरे खंड में जाती है।



चित्र ५१—नैफथलीन मार्जक

अवशोषण के लिए जो तेल प्रयुक्त होता है वह पेट्रोलियम का कम द्रव्य-वाला प्रभाग होता है। उसकी मात्रा इतनी होनी चाहिए कि वह समस्त नैफथलीन को निकाल सके। यदि गैस का ताप नीचा है तो कम तेल लगता है। यदि ताप २१ से २५° से० है तो (एक घन नैफथलीनवाले १०० घनफुट गैस में) १० लाख घनफुट गैस से नैफथलीन निकालने के लिए एक गैलन तेल आवश्यक होता है। इतने तेल से बेंजीन और टोल्वीन भी निकल जाते हैं। इनके निकल जाने से गैस का तापन-

मान कम हो जाता है। इस कारण ताजे तेल की अल्पमात्रा ही प्रयुक्त करना अच्छा होता है। तेल से गोंद बननेवाले पदार्थ भी बहुत कुछ निकल जाते हैं।

गोंद बननेवाले पदार्थ

गैस में गोंद बननेवाले पदार्थों के कारण कठिनाता उत्पन्न हो सकती है। गोंद बननेवाले पदार्थ वर्नर के छेद को बन्द कर सकते हैं। पहले समझा जाता था कि धूल के कारण अथवा मोरचे के कारण छेद बन्द होता है, पर अनुसन्धान से पीछे पता लगा कि छेद का बन्द होना गोंद बननेवाले पदार्थों के कारण होता है। वर्नर के छेद बड़े छोटे होते हैं। कुछ छेदों के व्यास ०.०००३ इंच के होते हैं। ऐसे छेदों को बन्द करने के लिए ०.००००१ ग्राम का कण पर्याप्त है।

गोंद बननेवाले पदार्थ असंतृप्त हाइड्रोकार्बन होते हैं। ऐसे हाइड्रोकार्बनों में व्युटाडीन, साइक्लोपेन्टाडीन या क्युमेरोन हैं। गोंद बनने में सहायक होनेवाला पदार्थ नाइट्रिक आक्साइड है जो आक्मिजन के साथ मिलकर नाइट्रोजन पेरॉक्साइड बनता है। यही पेरॉक्साइड असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों से मिलकर गोंद का सूक्ष्म कण बनता है जो गैस में लटका रहता है, पर समय पाकर निक्षिप्त हो जाता है। गैस में नाइट्रिक आक्साइड की मात्रा बड़ी अल्प रहती है। १० लाख आयतन में १ से दो भाग ही।

दो रीतियों से गोंद का बनना रोका जा सकता है। एक नाइट्रिक आक्साइड के निकाल डालने से और दूसरा कोरोना विसर्जन से। लोहे के आक्साइड द्वारा कुछ सीमा तक नाइट्रिक आक्साइड निकाला जा सकता है। हाइड्रोजन सल्फाइड के निकालने के लिए जितने बक्स की जरूरत पड़ती है उससे कुछ अधिक बक्स के रखने से नाइट्रिक आक्साइड भी निकल सकता है। नाइट्रिक आक्साइड के निकालने में आक्मिजन की कमी से भी सहायता मिलती है। कम आक्मिजन के रहने से नाइट्रिक आक्साइड जल्द निकल जाता है।

कोरोना विधि

कोरोना विधि को वैद्युत विधि भी कहते हैं। कोरोना विमर्जन से नाइट्रिक आक्साइड तत्काल नाइट्रोजन पेरॉक्साइड में आक्मोक्त हो असंतृप्त यौगिकों के साथ मिलकर गोंद बनकर भार्जक में निकल जाता है। कोरोना विसर्जन के बाद गैस को भार्जक में जाना बड़ा आवश्यक है।

गैस का जल निकालना

संयन्त्र से निकलने पर गैस भाप से संतृप्त रहती है। गैस में भाप अधिक नहीं रहनी चाहिए। भाप संघनित हो नल में इकट्ठी हो गैस के मार्ग को अवरोध कर सकती है। जल जमकर बर्फ बनकर मार्ग अवरोध कर सकता है। जल से नल में मोचों भी जल्द लग सकता है। नल और मीटर आदि का संक्षारण भी जल की उपस्थिति से हो सकता है।

गैस विलकुल सूखी भी नहीं रहनी चाहिए। सूखी गैस से मीटर के चमड़े का पद (डायफ्राम) और वांघने की डोरी का पानी खींचा जाकर चमड़ा कड़ा हो सकता और उससे मीटर की चाल मन्द हो सकती है। वांघने की डोरी से गैस का च्यादन भी हो सकता है। साधारणतया गैस में इतना पानी रहना चाहिए कि जिस ताप पर गैस को इस्तेमाल करना है उस ताप से ५ डिग्री नीचे का ताप गैस का ओसांक हो।

गैस के जल को अंशतः निकालने के लिए तीन रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं, (१) किसी आर्द्रताग्राही विलयन से गार्जनिंग, (२) प्रशीतन और (३) संपीड़न और शीतन।

आर्द्रताग्राही विलयन रीति

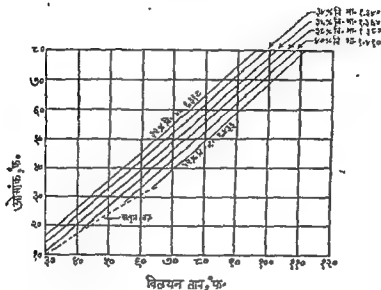
जब कोई लवण पानी में घुलता है तब पानी के वाष्प का दबाव विलयन में कम हो जाता है। दबाव के कम होने की मात्रा लवण की मात्रा पर निर्भर करती है। विलयन के जल-वाष्प का दबाव जितना ही कम होगा उतना ही अधिक जल को वह सोखेगा। इसके लिए आवश्यक है कि घुला हुआ पदार्थ अवाष्पशील हो ताकि उष्ण-पन से उसका ह्रास न हो।

साधारणतया इस काम के लिए कैल्सियम क्लोराइड नामक लवण प्रयुक्त होता है। यह लवण सस्ता होता है और आसानी से किसी भी तापदाय में मिल जाता है।

विभिन्न बल के कैल्सियम क्लोराइड विलयन और विभिन्न ताप और गैस के ओसांक के सम्बन्ध का चक्र तैयार हुआ है। उस चक्र से हमें मालूम हो जाता है कि किस ताप के लिए कैसा विलयन प्रयुक्त करना चाहिए।

गैस को जल से मुक्त करना मार्जंक में होता है। मार्जंक के दो खंड होते हैं। ये लकड़ी के टट्टर से भरे रहते हैं। पेंदे से गैस प्रविष्ट होती और ऊपर उठती है। निचले खंड में कैल्सियम क्लोराइड के विलयन से गैस की धुलाई होती है। ऊपरी खंड में गैस की धुलाई तेल से होती है जो विलयन की छोटी-छोटी बूंदों को निकाल लेता है।

तेल के मार्जन से दो लाम हैं। यह गैस से नैपथलीन को निकाल लेता और तेल के तुपार को गैस में उत्पन्न करता है। यह तुपार गैस-तल का आच्छादन कर तल को मोरचे और संरक्षण से सुरक्षित रखता है। इससे गैस की धूल भी पकड़ रखी जाती है। गांठों से यदि च्यावन होता हो तो वह भी इसमें बन्द हो जाता है। मीटर का चमड़ा भी मुलायम रहता है।



चित्र ५२—ताप और ऑक्सांक का सम्यन्ध

विलयन जब पतला हो जाता है तब उद्घाप्पन से उसे फिर गाढ़ा कर लेते हैं।

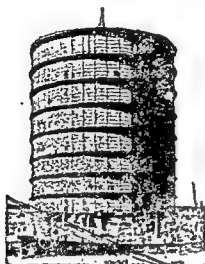
प्रशीतन

प्रशीतन विधि में गैस को ठंडे जल से जिस ताप पर तल में रहता है उससे कुछ नीचे ताप तक ठंडा करते हैं। अधिक भाप संचनित हो जल बनकर निकल जाती और वहां से निकाल ली जाती है। ठंडे जल के लिए प्रशीतन मशीन की आवश्यकता पड़ती है। इस प्रकार के अनेक संयन्त्र, अमोनिया-संपीडन, अमोनिया अवशोषण, धूम्य शीतन आदि बने हैं।

संपीडन

इस रीति में गैस का संपीडन करते हैं। संपीडन से ऊष्मा बहिर्गम होती है। ऊष्मा को ठंडे पानी से निकाल लेते हैं। दबाव और ताप का नियंत्रण ऐसा करते हैं

जाता है। जब गैस से टंकी भर जाती तब यह जल-संमुद्रित हो जाती है। संमुद्रण के जल को ठंडे देशों में बर्फ बनने से बचाने के लिए भाप से गरम रखते हैं। भारत में शायद ही ऐसा अवसर आता हो। भारत की रसायनशालाओं में जो गैस प्रयुक्त होती है वह इसी प्रकार की टंकी में संगृहीत रहती है। प्रत्येक रसायनशाला में ऐसी टंकी देखी जा सकती है।



चित्र १४—जल-विहीन गैस-टंकी

जल-रहित टंकी देखने में बेसी ही लगती है जैसे जलवाली टंकी, पर इसमें एक पिस्टन (भूसल) होता है जो गैस के आयतन के अनुसार ऊपर-नीचे जाता-आता रहता है। टंकी में छप्पर होता है जो पिस्टन को पानी से सुरक्षित रखता है। यह टंकी बृत्ताकार होती अथवा बहुभुजाकार। इसकी भुजाएँ १० से २८ तक रह सकती हैं।

गैस-सिलिंडर इस्पात के बने होते हैं। इनमें प्रतिवर्ग इंच पर कई सौ पाउण्ड दबाव में गैस रखी जा सकती है। ऐसे मजबूत बने सिलिंडर का मूल्य अधिक होता है, पर इसे बार-बार प्रयुक्त कर सकते हैं। यहाँ के लिए ये सिलिंडर बड़े आवश्यक हैं जहाँ दबाव में गैस की जरूरत पड़ती है।

गैस-मीटर

गैस नापने के लिए मीटर चाहिए। नाप कर ही गैस का मूल्य आँका जाता है। कई प्रकार के गैस-मीटर बने हैं। एक प्रकार के मीटर को 'वेट-मीटर' कहते हैं क्योंकि

इसमें पानी के सहयोग से गैस नापी जाती है। एक दूसरे प्रकार का मीटर 'रोटरी डिस्ट्रेसमेंट मीटर' है। गैस से यह मीटर घूमता है। परिभ्रमण की संख्या से गैस नापी जाती है। इस मीटर से प्राप्त अंक अधिक यथार्थ होते हैं। एक तीसरे प्रकार का मीटर 'डिफरेन्सियल प्रेशर मीटर' है। इसमें दबाव के अन्तर से गैस मापी जाती है। एक चौथा मीटर 'टोमस थर्मल मीटर' है।

घरेलू ईंधन के लिए गैस इस प्रकार की होनी चाहिए।

(१) गैस का तापन-मान स्थायी रहना चाहिए।

(२) गैस का दबाव स्थायी रहना चाहिए। अधिक दबाव से गैस अधिक खर्च होती है और कम दबाव से बर्नर बुझ जाता है।

(३) गैस का विशिष्टभार परिवर्तनशील न रहना चाहिए। विशिष्टभार पर ही गैस का बहाव निर्भर करता है। विशिष्टभार के न्यूनधिक होने से बर्नर के जलने में अन्तर आ जाता है।

(४) गैस का संघटन स्थायी रहना चाहिए। संघटन की विभिन्नता से तापन-मान और विशिष्टभार में अन्तर हो जाता है।

(५) गैस में कोई ऐसा पदार्थ नहीं रहना चाहिए जो मीटर के चमड़े अथवा नल को आक्रान्त करे। जल की मात्रा अधिक नहीं रहनी चाहिए। जल से अनेक पदार्थों की संक्षारण क्रिया तीव्रता से होती है। कार्बन डाइ-आक्साइड और अमोनिया से संक्षारण होता है।

(६) गैस में गन्धक की मात्रा अल्पतम रहनी चाहिए। गन्धक जलकर सल्फर डाइ-आक्साइड बनता है। स्वास्थ्य और घरेलू सामानों के लिए यह गैस हानि-कारक है।

(७) गैस सूखी होनी चाहिए। गैस का ओसांक इतना नीचा होना चाहिए कि नल और मीटर में पानी इकट्ठा होने का भय नहीं रहे।

(८) गैस में कोई अलकतरा, नैपथलीन और गोंद नहीं रहना चाहिए। इनसे गैस का मार्ग अवरोध हो सकता है। उससे गैस के बहाव में कमी या रूकावट हो सकती है।

(९) गैस में कोई विषैला पदार्थ नहीं रहना चाहिए। कार्बन मनाॅक्साइड और कार्बन डाइ-आक्साइड दोनों नहीं रहने चाहिए। कार्बन मनाॅक्साइड विषैला होता है और कार्बन डाइ-आक्साइड अदाह्य। कार्बन डाइ-आक्साइड से गैस का तापन-मान भी कम हो जाता है, इसके रहने से कोई लाभ नहीं होता। पम्प करने का खर्च बढ़ जाता है।

पचीसवाँ अध्याय

उत्पादक गैस और जल-गैस

उत्पादक गैस का व्यवहार आज अनेक उद्योग-धन्यों में हो रहा है। इस गैस से ऊँचे और मध्यम दोनों प्रकार के ताप प्राप्त हो सकते हैं। इस्पात के निर्माण में सुली-चूल्हो भ्राष्ट्र (Open-hearth furnace) में इसका व्यवहार होता है। मृदुकरण भ्राष्ट्र में, अनेक किस्म के भट्ठों और भट्टियों में उत्पादक गैस प्रयुक्त होती है। कोयला-गैस के निर्माण में भी भभके के गरम करने में उत्पादक गैस लगती है। शक्ति पैदा करने के लिए गैस-इंजनों में भी यह गैस प्रयुक्त होती है।

कोयले के उत्ताप दीप्त तल पर भाप और वायु के मिश्रण के प्रवाह से उत्पादक गैस बनती है। उत्पादक गैस में कार्बन मोनॉक्साइड (CO), हाइड्रोजन (H_2), नाइट्रोजन (N_2), कार्बन डाइ-आक्साइड (CO_2) और मिथेन रहते हैं। उत्पादक गैस के एक सामान्य नमूने का विश्लेषण यह है—

उत्पादक गैस का विश्लेषण

ईपन	अंध्रोसाइट	कोक न बननेवाला बिटुमिनी कोयला		कोक
गैस	प्रतिशत	अयांत्रिक या अर्ध यांत्रिक जनित्र	यांत्रिक जनित्र	
कार्बन मोनॉक्साइड (CO)	२६	२३	२७	२८
हाइड्रोजन (H_2)	१६	१३	१५	१०
नाइट्रोजन (N_2)	५२	५२	५०	५६
कार्बन डाइ-आक्साइड (CO_2)	५	९	५	५
मिथेन (CH_4)	१	३	३	०.५
प्रति घनफुट बलरी-मान वि० टि० यू०	१५०	१४५	१६५	१३०

उत्पादक गैस में अल्प हाइड्रोजन सल्फाइड भी रहता है। आयतन में प्रतिशत ०.१० से ०.१५ रहता है। नाइट्रोजन और कार्बन डाइ-आक्साइड के रहने से गैस का कलरी-मान अपेक्षया कम हो जाता है।

प्रति टन कोक या कोयले से कितनी गैस प्राप्त होती है यह कोयले की राख और जल पर बहुत कुछ निर्भर करता है। अंधोसाइट में जल और राख दोनों ही कम होते हैं। इससे अंधोसाइट से अधिक गैस प्राप्त होती है। पर ऐसी गैस का कलरीमान कम होता है।

उत्पादक गैस के निर्माण में जो जनित्र प्रयुक्त होता है वह इस्पात का ऊर्ध्वधार ढाँचा होता है। कोयले के ठहराव के लिए अक्षरी रहती है और पेंदे में भाप और वायु के प्रवेश-मार्ग होते हैं। उत्पन्न गैस के निकास के लिए शिखर पर निकास-मार्ग होता है। चूल्हे में ईंटों का आस्तर रहता है अथवा पूर्णतया जल निचोलित अथवा अंशतः जल निचोलित और अंशतः आस्तरित रह सकता है। उत्पादक गैस के जनित्र अनेक किस्म के होते हैं। उन्हें हम निम्नलिखित वर्गों में बाँट सकते हैं—

(१) अचल जनित्र—इनमें कोयला हाथों से झोंका जाता, हाथों से ठेला जाता और हाथों से ही राख निकाली जाती है।

(२) अचल अथवा अर्ध-यांत्रिक जनित्र—यहाँ यंत्रों से कोयला डाला जाता, यंत्रों से उठकारा और समतल किया जाता पर राख हाथों से निकाली जाती है।

(३) यांत्रिक जनित्र—इनमें यंत्रों से ही कोयला डाला जाता, उठकारा और समतल किया जाता और राख निकाली जाती है।

भाप बनाने की विधियाँ विभिन्न होती हैं—

(१) कहीं भाप स्वतन्त्र रूप से तैयार होती है।

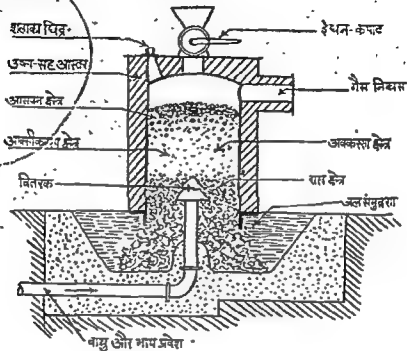
(२) कहीं उत्पादक-पात्र के घेरे हुए जल-निचोल में भाप तैयार होती है।

(३) कहीं वाष्पायक (vapouriser) में भाप बनती है। वाष्पायक जनित्र से निकले उत्पादक गैस से तप्त किया जाता है।

राख निकालने की रीति पर भी जनित्र को अचल अथवा यांत्रिक कहते हैं। जिन जनित्रों में हाथों से कार्य किया जाता है उनसे अच्छी गैस प्राप्त हो सकती है यदि कोयला अच्छा हो। पर यांत्रिक गैसीकरण से अच्छी मात्रा में गैस तैयार होती है।

अच्छी गैस का बनना, ऐसी गैस जिसमें दहनशील गैस अधिक हो और संघटन स्थायी हो, जनित्र में कोयले के भरने, वायु और भाप के एक भाव से वितरण पर निर्भर करता है। एक ऐसे उत्पादक गैस के जनित्र का चित्र यहाँ दिया हुआ है। इसमें ईंधन का तल चार मण्डलों में बँटा रहता है। निचला तल राख-मण्डल, विचला तल

आक्सीकरण-मण्डल उसके ऊपर का तल अवकरण-मण्डल और ऊपरी तल आसवन-मण्डल होता है। ये मण्डल बदलते रहते, इनकी गहराई बदलती रहती, एक दूसरे में मिलते रहते हैं। मण्डलों की गहराई बहुत कुछ गैसीकरण की गति, कोयले की प्रकृति और राख की मात्रा पर निर्भर करती है।



चित्र ५५—गैस-जनित्र

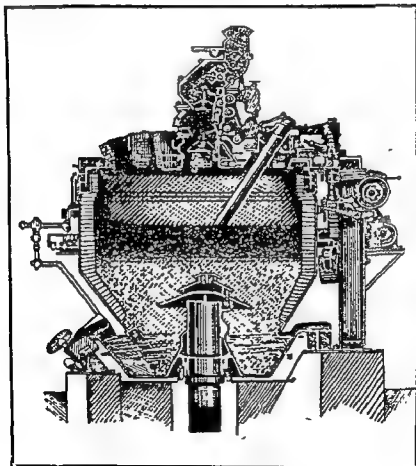
वायु-भाप मिश्रण वितरक (distributor) के ऊपर तक राख-मण्डल रहता है। राख के रहने से वितरक की आक्सीकरण से रक्षा होती है। वितरक से भाप और वायु प्रविष्ट होती है। राख छंडी हो जाती, पर भाप और वायु गरम हो जाती है। यह आवश्यक है कि राख गहीन न रहे ताकि वायु और भाप उसमें प्रविष्ट हो सके। उसमें प्रक्षाम भी नहीं रहना चाहिए। राख का छोटा-छोटा टुकड़ा रहना अच्छा है।

आक्सीकरण मण्डल में पहले कोयले का कार्बन जलकर कार्बन डाइ-आक्साइड बनता है। यह फिर अवकृत हो कार्बन मनाक्साइड बनता है। भाप तापदीप्त कार्बन में विच्छेदिन हो कार्बन डाइ-आक्साइड, कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन बनता है।



कार्बन और भाप के बीच जब क्रिया होती है तब ऊष्मा का अवशोषण होता है।

इस प्रतिक्रिया के सम्पादन के लिए ईंधन का ताप कम से कम 1000° से० रहना चाहिए। तभी अच्छी गैस प्राप्त हो सकती है।



चित्र ३६—गैस-प्रोड्यूसर

अवकरण-मण्डल से तप्त गैस कच्चे कोयले के संपर्क में आती है। इससे कोयले का ताप बढ़ जाता, वाष्पशील अंश निकल जाता और नीचे के मण्डल में बनी उत्पादक

गैस से मिल जाता है। यहाँ से निकली गैस में अलकतरा और भाप रहते हैं। ऐसी गैस का किसी-किसी काम में सीधे उपयोग हो जाता है। अलकतरावाली गैस का कलरी-मान प्रति घनफुट लगभग १५ बि० डि० यू० अधिक होता है।

कोयला

उत्पादक गैस के निर्माण में कच्चा कोयला सबसे अधिक प्रयुक्त होता है। कठोर कोक और इष्टका भी कहीं-कहीं प्रयुक्त होती है। सब प्रकार के कोयले इस्तेमाल हो सकते हैं। यदि पिंड बननेवाले कोयले, जल्दी टूटनेवाले कोयले और अधिक राखवाले कोयले प्रयुक्त हों तो उनके लिए विशेष सावधानी और प्रबन्ध की आवश्यकता पड़ सकती है। पर उत्पादक गैस के लिए सबसे अच्छे कोयले दुर्बलता से कोक बनने-वाले कोयले हैं।

कोयले का विस्तार

उत्पादक गैस के लिए कोयले का आकार (माइज) एक सा होना चाहिए। साधारणतया १½ इंच से २½ इंच के टुकड़े अच्छे होते हैं। ½ इंच से १½ इंच के कोयले भी इस्तेमाल हो सकते हैं। इससे छोटे टुकड़े भी विशेष जनित्रों में प्रयुक्त हो सकते हैं। पर गैस उनसे अपेक्षया कम बनती है। ¾ इंच के अथवा इससे छोटे टुकड़े भी अल्प मात्रा में रह सकते हैं। अधिक मात्रा में ऐसे कोयले के रहने से कुछ कठिनताएँ हो सकती हैं।

जल

कोयले में जल की मात्रा अधिक नहीं रहनी चाहिए। जल से वास्तविक उत्पादन में कोई घुटि नहीं होती, पर जल के निकलने में अधिक जलावन खर्च होता है। गैस में जल-वाष्प की उपस्थिति से गैस की ज्वाला का ताप कम हो जाता है।

वाष्पशील अंश

वाष्पशील अंश के अधिक रहने से अलकतरा और जल की मात्रा बढ़ जाती है। यदि स्वच्छ गैस चाहते हैं तो उसके लिए अंध्रसाइट कोयला श्रेष्ठ है। जिस कोयले में वाष्पशील अंश ४० प्रतिशत के लगभग हो वह उत्पादक गैस के लिए अच्छा होता है।

राख

कुछ कोयले की राख निम्नताप प्रायः ११००° से० पर पिघलती है और कुछ की राख ऊँचा ताप, प्रायः १४००° से० या इससे ऊपर, पिघलती है। अवकरण वाता-

वरण का द्रवणताप नीचा होता है और आक्सीकरण-मण्डल का ताप ऊँचा। दोनों के तापों में 200° से 0 का अन्तर रहता है। राख के द्रवण से प्रक्षाम बनता है। कई कारणों से प्रक्षाम बनता है। राख का द्रवण एक कारण है। अतः कोयले में निम्न-ताप पर द्रवण होनेवाली राख नहीं रहनी चाहिए।

प्रक्षाम से कई कठिनताएँ होती हैं। कोयला उसमें फंस जाता है। प्रक्षाम से ईंधन की एकरूपता नष्ट हो जाती है। चूहे के ईंट-आस्तर को भी क्षति पहुँचती है। वही कोयला उत्पादक गैस के लिए श्रेष्ठ होता है जिसमें राख की मात्रा 10 प्रतिशत से कम हो और राख का द्रवणांक ऊँचा, 1800° से 0 या इससे ऊपर हो।

गन्धक

कोयले में गन्धक 1 से 2 प्रतिशत रहता है। अधिकांश गन्धक हाइड्रोजन सल्फाइड और कुछ कार्बन-यौगिकों के रूप में निकल जाता है। उत्पादक गैस में प्रति 100 घन फुट गैस में तीन से पाँच ग्राम गन्धक रहता है। हाइड्रोजन सल्फाइड को लोहे के आक्साइड के धक्के द्वारा निकाल सकते हैं।

उत्पादक गैस के निर्माण के अनेक संयन्त्र बने हैं। एक ऐसा संयन्त्र वेलमैन मिकेनिकल गैस-प्रोड्यूसर (Wellman Mechanical Gas-Producer) और दूसरा मरिशका प्रोड्यूसर (Marishka Producer) है। पहले में उत्पादक 4 से 11 फुट अन्त्यन्तर व्यास का होता है जिसमें प्रति दिन 45 टन कोयला प्रयुक्त हो सकता है। ऐसे संयन्त्र में लगभग 40 लाख घनफुट गैस प्रति दिन बन सकती है। ऐसे उत्पादक में $1\frac{1}{2}$ इंच से $1\frac{3}{4}$ इंच के टुकड़े इस्तेमाल हो सकते हैं।

मरिशका उत्पादक में केवल अक्साइड या कोक इस्तेमाल होता है। इसमें $1\frac{1}{2}$ इंच से $1\frac{3}{4}$ इंच के कोयले प्रयुक्त हो सकते हैं।

जल-गैस

जल-गैस के उपयोग अनेक उद्योग-धन्धों में है। कोयला-गैस के साथ मिलाने के लिए भी जल-गैस का उपयोग होता है। जल-गैस से आज मेथिल अल्कोहल बनता है। एक समय केवल काष्ठासुत अम्ल से ही मेथिल अल्कोहल प्राप्त होता था। जल-गैस शुद्ध निकेल के निर्माण में भी प्रयुक्त होती है।

सबसे सस्ता हाइड्रोजन आज जल-गैस से तैयार होता है। ऐसा ही हाइड्रोजन अमोनिया के निर्माण में प्रयुक्त होता है। सिन्दरी के रासायनिक खाद के कारखाने में जल-गैस के हाइड्रोजन से ही अमोनिया तैयार होता है। कोयले से पेट्रोलियम के निर्माण में जल-गैस से हाइड्रोजन प्राप्त होता है। अलकतरे के हाइड्रोजनीकरण से

भी पेट्रोल प्राप्त हो सकता है। यह हाइड्रोजन भी जल-गैस से प्राप्त होता है। जर्मनी में प्रतिदिन १०० लाख घन फुट जल-गैस फिशर-ट्रोप्श विधि से पेट्रोलियम के निर्माण में एक समय लगती थी।

जल-गैस तैयार करने के संयन्त्र प्रायः वैसे ही होते हैं जैसे उत्पादक गैस के निर्माण में प्रयुक्त होते हैं। यहाँ भी तप्त कोयले पर वायु और भाप पारित होते हैं। पर ये दोनों साथ-साथ पारित नहीं होते जैसे उत्पादक गैस के निर्माण में होता है। वरन् वारी-वारी से पारित होते हैं। तप्त कोयले पर पहले वायु पारित होती है। इससे तप्त कोयले का ताप और ऊँचा उठता है। जब ताप पर्याप्त ऊँचा उठ जाता तब वायु का प्रवेश बन्द कर भाप को पारित किया जाता है। भाप के प्रवेश से ताप तत्काल गिर जाता, पर पुनः ऊपर उठता है। कोयले पर भाप की क्रिया से जल-गैस बनती है। जल-गैस में प्रधानतया कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन रहते हैं। अल्प मात्रा में नाइट्रोजन और कार्बन डाइ-आक्साइड भी रहते हैं।

जिस समय तप्त कोयले पर वायु पारित होती है उसे 'बहाव काल' (flow period) कहते हैं। यह बहाव काल १ से २ मिनट रहता है। फिर जब भाप पारित होती है तब उसे 'कार्य काल' (run period) कहते हैं। कार्य-काल तीन से पाँच मिनट रहता है। यह क्रिया एक के बाद दूसरी वारी-वारी से होती रहती है। बहाव के बाद कार्य और कार्य के बाद बहाव चलता रहता है। जनित्र में समय-समय पर कोक डाला जाता है और फिर वही उपक्रम चलता रहता है।

इस प्रकार से प्राप्त जल-गैस का कलरी-मान उत्पादक गैस के कलरी-मान से ऊँचा होता है। इसमें नाइट्रोजन और कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा बड़ी अल्प रहती है।

साधारणतया जल-गैस के निर्माण में कोक प्रयुक्त होता है। बिटुमिनी कोयले का कहीं-कहीं उपयोग हुआ है। ग्रेट ब्रिटेन में अर्थोसाइट का भी उपयोग हुआ है।

जल-गैस का निर्माण उत्पादक गैस के निर्माण के समान ही एक संयन्त्र में होता है। यहाँ जनित्र इस्पात का बेलनाकार ढाँचा होता है। इस पर अग्नि मिट्टी का आस्तर लगा रहता है। पेंदे में जाली होती है। निखर से कोक डाला जाता है। निखर से ही गैस के निकास का मल रहता है। वायु और भाप नीचे से प्रवेश करते हैं। राख निकालने का मार्ग भी पेंदे में ही होता है। जाली के ऊपर प्रक्षाम (clinker) निकालने की द्वारी होती है। जनित्र का व्यास लगभग ३३ फुट से लेकर १५ फुट तक का हो सकता है। प्रतिदिन १० लाख घनफुट गैस के निर्माण में १६ से १८ टन कोयला लगता है।

ईंधन तल को पहले 1500° से 1560° से० तक गरम करते हैं। वायु-वात से तल को गरम करते हैं। जब आवश्यक ताप पहुँच जाता तब वायु का प्रवेश रोककर भाप को प्रविष्ट करारते हैं। इससे ताप गिर जाता है। गैस में कार्बन डाइ-आक्साइड का अनुपात बढ़ जाता है। अब भाप को रोककर फिर वायु को पारित करते हैं। चार से पाँच मिनट भाप पारित होता है और एक से दो मिनट वायु।

कोक में राख की मात्रा १० प्रतिशत से कम रहनी चाहिए। यदि मात्रा अधिक हो तो प्रक्षाम बन कर कठिनताएँ उपस्थित हो सकती हैं।

कोक एक ही विस्तार का रहना चाहिए। २ से २½ इंच का टुकड़ा साधारणतया अच्छा होता है। कोक में गन्धक की मात्रा कम रहनी चाहिए।

कारब्युरेटेड जल-गैस

जल-गैस के साथ यदि हाइड्रोकार्बन गैस मिली हो तो ऐसी गैस को कारब्युरेटेड जल-गैस कहते हैं। हाइड्रोकार्बन गैस पेट्रोलियम तेल के भंजन से प्राप्त होती है। जल-गैस के संयन्त्र के साथ पेट्रोलियम तेल के भंजन का भी संयन्त्र लगा रहता है।

हाइड्रोकार्बन-गैस की विभिन्न मात्रा से गैस का कलरी-मान बदल जाता है। इच्छानुसार ऊँचे कलरी-मान की मिश्रित गैस तैयार की जा सकती है।

कोयला-गैस में मिलाने के लिए जल-गैस के स्थान में अब कारब्युरेटेड जल-गैस का उपयोग धीरे-धीरे बढ़ रहा है। सन् १९४५ ई० में प्रायः १०२३ लाख गैलन पेट्रोलियम केवल कारब्युरेटेड जल-गैस तैयार करने में खर्च हुआ था।

कारब्युरेटेड जल-गैस के जो संयन्त्र बने हैं, उनमें प्रतिदिन १० लाख से ४० लाख घनफुट गैस तैयार हो सकती है। ऐसे संयन्त्र में एक जनित्र होता है और उसके साथ कारब्युरेटर अथवा तेल-भंजक कक्ष लगा होता है। यह कारब्युरेटर भी जनित्र-सा ही बेलनाकार ढाँचा होता है जो ईंटों में अड़ा होता है।

छब्बीसवाँ अध्याय

हल्का तेल

कोक के निर्माण में जो गैसें प्राप्त होती हैं उनमें लगभग एक प्रतिशत हल्का (लघु) तेल रहता है। इस तेल का तापन-मान गैसों के तापन-मान से बहुत ऊँचा, लगभग पाँच गुना, अधिक होता है। यदि गैसों को धरेलू-तापन और प्रकाश के लिए प्रयुक्त करना है तो लघु तेल को निकालने की आवश्यकता नहीं पड़ती और अनेक कारखानों में यह तेल निकाला नहीं जाता। पर यदि इस्पात के निर्माण के लिए कोक तैयार करना हो तो वहाँ लघु-तेल जरूर निकाला जाता है।

लघु-तेल हल्का पीले रंग का चलिष्णु तेल है जो २००° से० के नीचे ताप पर ही पूर्णतया आसुत होता है। ऐसे तेल का विशिष्टभार ०.८५५ और ०.८८० के बीच होता है।

इस तेल में प्रयानतया बेंजीन, टोल्विन और जाइलिन रहते हैं। इनके अतिरिक्त संकड़ों अन्य कार्बनिक यौगिक रहते हैं और कुछ की मात्रा तो बड़ी अल्प रहती है। कुछ हाइड्रोकार्बन तो ऐसे हैं जिनकी पहचान अभी तक नहीं हो सकी है। हाइड्रोकार्बनों में संतृप्त, असंतृप्त और सौरभिक तीनों प्रकार के हाइड्रोकार्बन रहते हैं। गन्धक और नाइट्रोजन के कुछ यौगिक भी इस तेल में रहते हैं। हाइड्रोकार्बनों में निम्नलिखित हाइड्रोकार्बन निश्चित रूप से पाये गये हैं—

नार्मल पेण्टेन

साइक्लो-पेण्टेन

नार्मल हेक्सेन

२—मेथिल हेक्सेन

साइक्लो हेक्सेन

नार्मल डीकेन

१—ब्युटीन

ब्युटाडीन

बेंजीन

टोल्विन

एथिल-बेंजीन

ट्राइ मेथिल बेंजीन

टेट्रा मेथिल बेंजीन

अथो-जाइलिन

मिटा-जाइलिन

पारा-जाइलिन

एमिलोन	नार्मल प्रोपील-बेंजीन
साइक्लो-हेप्टीन	एथिलटोल्बिन
१—हेक्सीन	साइमीन
२—हेक्सीन	स्टाइरीन
हेक्साडीन	इण्डीन
हेप्टीन	

गन्धक यौगिकों में निम्नलिखित यौगिक पाये गये हैं—

हाइड्रोजन सल्फाइड	थायो-फीनोल
कार्बोनील सल्फाइड	डाइमेथिल-थायोफीन
मेथिल मरकैप्टन	ट्राइमेथिल-थायोफीन
डाइमेथिल सल्फाइड	टेट्रामेथिल-थायोफीन
कार्बन डाइ-सल्फाइड	

नाइट्रोजन यौगिकों में हाइड्रोजन सायनाइड, मेथिलपिरिडीन पाये गये हैं।
आक्सिजन यौगिकों में फीनोल और क्रीसोल पाये गये हैं।

लघु तेल की मात्रा और संघटन बहुत कुछ कार्बनीकरण की परिस्थिति, कोयले के किस्म और लघु तेल के प्राप्त करने की रीति पर निर्भर है।

लघु तेल का प्रत्यादान

गैस से लघु तेल निकालने की तीन रीतियाँ हैं—

- (१) ऊँचे दबाववाले तेल द्वारा अवशोषण से
- (२) सरन्ध्र ठोस द्वारा अवशोषण से
- (३) संपीडन और छीतन से

पहली रीति का व्यवहार अधिक व्यापक है। इसके लिए मार्जक प्रयुक्त होता है। मार्जक घेलनाकार इस्पात का भीनार होता है जिसमें लकड़ी अथवा इस्पात का टट्टर भरा रहता है। नीचे से गैस प्रविष्ट होती और ऊपर से 'घावन तेल' गिरता है।

साधारणतया तीन मार्जक रहते हैं। मार्जक की ऊँचाई ७० से १०० फुट होती है। मार्जक द्वारा ८७ से ९५ प्रतिशत लघुतेल निकलता है। मार्जक का ताप साधारणतया १५ और ३०° से० के बीच रहने से अवशोषण महत्तम होता है। गैस के ताप से 'घावन तेल' का ताप २° ऊँचा रहना अच्छा होता है।

धावन तेल

धावन तेल में निम्नलिखित गुण होना चाहिए—

धावन तेल

- (१) की अवशोषण क्षमता उत्कृष्ट रहनी चाहिए;
- (२) का वाष्प दबाव कम रहना चाहिए;
- (३) की श्यानता कम रहनी चाहिए;
- (४) का विशिष्टभार जल के विशिष्टभार से भिन्न रहना चाहिए ताकि उन्हें सरलता से पृथक् किया जा सके;
- (५) का मूल्य कम रहना चाहिए;
- (६) सरलता से प्राप्य होना चाहिए;
- (७) का जल के साथ पायस न बनना चाहिए;
- (८) में नैफथलीन सदृश ठोस पदार्थ नहीं रहना चाहिए;
- (९) में कोई अन्य पदार्थ रहे तो वह स्थायी होना चाहिए।

‘धावन तेल’ के रूप में पेट्रोलियम और क्रियोसोट तेल के प्रमाण प्रयुक्त होते हैं। क्रियोसोट तेल की अवशोषण-क्षमता पेट्रोलियम तेल से बहुत अधिक होती है। पर क्रियोसोट तेल महंगा पड़ता है। अंघ्रिसेन तेल, क्रीमोल, और अलकतरे के तेल आदि अन्य विलायकों का भी सुझाव दिया गया है।

पेट्रोलियम धावन तेल के गुण इस प्रकार होते हैं—

विशिष्टभार (१५.५° से० पर)	०.८५५ और ०.८८० के बीच
दमकांक	१३८° से० या ऊपर
श्यानता (मे वोल्टरोति)	३८° से० पर ६५ सेकंड से अधिक नहीं
मेघारोक्षण	१° से० से ऊपर नहीं
जल के साथ पायस (इमल्शन)	२५° से० पर १०० सी० सी० जल की १०० मी० सी० तेल के साथ ३० सेकंड तक मिलाकर रखने में १० मिनट में ९५ सी० मी० पृथक् हो जाना चाहिए।
आसवन सीमा	२५०° से० के नीचे ५ प्रतिशत में अधिक नहीं और ३७०° के नीचे कम में कम ९० प्रतिशत आमुन हो जाना चाहिए।

ओलिफिन	१५ प्रतिशत से अधिक नहीं।
क्रियोसोट तेल के लक्षण ये हैं—	
विशिष्टभार (१५.५° से०)	१.०३५
आसवन प्रारम्भ होता है	२००—२२०° से०
५० प्रतिशत से ऊपर	२५०° से०
८० प्रतिशत से ऊपर	३००° से०
जल	लेशमात्र
नैपथलोन	३००° से० पर जो आसुत प्राप्त होता है उससे ७ प्रतिशत से अधिक ठोस नहीं पुष्क होना चाहिए।

मार्जक से निकलने पर 'घावन तेल' में लगभग ३ प्रतिशत हलका तेल रहता है। इसे 'बेंजीनघारी' घावन तेल कहते हैं। इस तेल को १०० से १४०° से० तक पूर्व-तापन कर फिर भाप से आसुत करते हैं। यह आसवन 'घावन तेल' भमके में होता है। ऐसे भमके में इस्पात के पट्टे होते हैं। सिलर के निकट से पट्टे में तेल प्रविष्ट होता और पेंदे से भाप प्रविष्ट होती है। भाप हलके तेल को लेकर ऊपर उठती है और घावन तेल नीचे गिरता है। प्रति गैलन घावन तेल के लिए लगभग ०.६ से ०.७ पाउण्ड भाप खर्च होती है। घावन तेल में लगभग ०.२ प्रतिशत हलका तेल रह जाता है। हलके तेल को पूर्णतया निकाल डालने में भाप की मात्रा बहुत अधिक लगती है।

घावन तेल

घावन तेल में हल्के तेल के सिवाय कुछ अलकतरेवाले पदार्थ, असंतृप्त कार्बन-गिकों, हाइड्रोजन सल्फाइड और अन्य गन्धक यौगिकों और फीनोल का भी अव-
 शोषण होता है। इससे घावन तेल में गोंद सदृश पदार्थों की मात्रा बढ़ जाती, विशिष्ट
 भार, अणुभार और द्रव्यमानता बढ़ जाती है। घावन तेल की अवशोषण क्षमता इससे
 बढ़ जाती है। घावन तेल जब संतृप्त हो जाता तब अवशोषण निकलना शुरू होता है।
 यह अवशोषण धूलों के साथ मिलकर कर्कट बनता है। यह टंकियों और नियारकों
 में इकट्ठा हो जाता है। ऐसा तेल पायस भी बड़ी सरलता से बनता है। यह पायस
 ठोसता से टूटता है। कर्कट में गोंद, तेल, धूल और जल रहते हैं।

कर्कट को नष्ट करने के लिए इसे एक टंकी में इकट्ठा करते हैं। उसे फिर भाप
 में उबालते हैं। पायस टूट कर तेल, धूल और अलकतरे में अलग होकर नियार से
 निकाल लेते हैं। जल और मल फेंक दिया जाता है।

नियारे हुए तेल को आसवन से पुनर्जीवित करते हैं। तेल आसुत हो निकल जाता
 और अन्य पदार्थ पात्र में रह जाते हैं। इसके लिए विशेष प्रकार के भभके बने हुए हैं।
 अमेरिकी कौपर्स कम्पनी ऐसा भभका बनाती है।

घावन तेल का पुनर्जीवितकरण अग्नि-आसवन और शून्य आसवन दोनों से हो
 सकता है। कभी-कभी शून्य-आसवन इसलिए अच्छा होता है कि इसमें रेजिन का
 अछेदन कम होता है। इन दोनों में एक ही प्रकार के भभके प्रयुक्त होते हैं।

रेजिन वाले पदार्थों का बनना कोई प्रति-आक्सीकारक डालकर बहुत कुछ रोक
 जा सकता है। कठोर काष्ठ के अलकतरे का आसुत फ़िशोसोट प्रति-आक्सीकारक के
 रूप में प्रयुक्त हुआ है। समय-समय पर इसे डालते हैं ताकि घावन तेल में इसकी
 मात्रा ०.५ प्रतिशत बनी रहे। तेल में निकले कर्कट को केन्द्रापसारक में निकाल
 लेते हैं।

ठोस द्वारा अवशोषण

सक्रियित कार्बन अथवा सिलिका-जेल द्वारा गैस के हल्के तेल को अवशोषित
 कर निकाल सकते हैं। इन अवशोषकों को टंकियों में रखते हैं। टंकियों की संख्या
 तीन से पाँच रहती है। इन टंकियों में गैस पारित होती है। जब पहली टंकी तेल में
 संतृप्त हो जाती है तब उसे निकाल कर उसके स्थान में दूसरी टंकी रख दी जाती है,
 सक्रियित कार्बन से हल्के तेल का १५ से २० प्रतिशत निकल जाता है। ३० से ४०
 मिनट तक गरम करने और भाप देने से हल्का तेल निकल जाता है।

ओलिफिन	१५ प्रतिशत से अधिक नहीं।
क्रियोसोट तेल के लक्षण ये हैं—	
विशेषता (१५.५° से०)	१.०३५
आसवन प्रारम्भ होता है	२००—२२०° से०
५० प्रतिशत से ऊपर	२५०° से०
८० प्रतिशत से ऊपर	३००° से०
जल	लेशमात्र
नैपथलीन	३००° से० पर जो आसुत प्राप्त होता है उससे ७ प्रतिशत से अधिक ठोस नहीं पृथक् होना चाहिए।

मार्जंक से निकलने पर 'धावन तेल' में लगभग ३ प्रतिशत हल्का तेल रहता है। इसे 'बेंजीनधारी' धावन तेल कहते हैं। इस तेल को १०० से १४०° से० तक पूर्व-तापन कर फिर भाप से आसुत करते हैं। यह आसवन 'धावन तेल' भभके में होता है। ऐसे भभके में इस्पात के पट्टे होते हैं। शिखर के निकट से पट्टे में तेल प्रविष्ट होता और पेंदे से भाप प्रविष्ट होती है। भाप हल्के तेल को लेकर ऊपर उठती है और धावन तेल नीचे गिरता है। प्रति गैलन धावन तेल के लिए लगभग ०.६ से ०.७ पाउण्ड भाप खर्च होती है। धावन तेल में लगभग ०.२ प्रतिशत हल्का तेल रह जाता है। हल्के तेल को पूर्णतया निकाल डालने में भाप की मात्रा बहुत अधिक लगती है।

हल्के तेल के निकल जाने पर धावन तेल को ठंडा कर और यदि कुछ पानी इकट्ठा हो तो उसे निकाल कर उसे फिर मार्जंक में इस्तेमाल करते हैं। पानी निकालने के लिए धावन तेल को नियारक में इकट्ठा करते हैं। नियारक लम्बे-लम्बे आयताकार टंकियाँ होती हैं जिनमें एक छोर से तेल प्रविष्ट होता और दूसरे छोर से ऊपर के तल से तेल और नीचे के तल से पानी अलग-अलग निकलता है। नये किस्म के नियारक छिछली गोल टंकियाँ होती हैं जिनके केन्द्र में तेल प्रविष्ट होता और धारण के ऊपर परिणाह से तेल निकलता है। केन्द्र के पेंदे से पानी निकलता है। पानी और तेल के बीच कर्कट का एक स्तर बनता है जिसे समय-समय पर निकालने की जरूरत पड़ती है। बेंजीन भुक्त 'धावन तेल' के ठंडा करने के लिए नल लगे रहते हैं जिस पर पानी टपकता रहता है।

भाप और हल्के तेल का वाष्प भभके के शिखर से निकल कर संघनित्र में जाता है जहाँ संघनित हो दो स्तरों में नियारक में इकट्ठा होता है।

घावन तेल

घावन तेल में हल्के तेल के सिवाय कुछ अलकतरेवाले पदार्थ, अमृतृप्त कार्बन-यौगिकों, हाइड्रोजन सल्फाइड और अन्य गन्धक यौगिकों और फीनोल का भी अवशोषण होता है। इससे घावन तेल में गोंद सद्गुण पदार्थों की मात्रा बढ़ जाती, विनिष्ट भार, अणुभार और स्थानता बढ़ जाती है। घावन तेल की अवशोषण क्षमता इससे घट जाती है। घावन तेल जब संतृप्त हो जाता तब अवशोषण निकलना शुरू होता है। यह अवशोषण धूलों के साथ मिलकर कंकट घनता है। यह टंकियों और नियाहकों में इकट्ठा हो जाता है। ऐसा तेल पायस भी बढ़ी सरलता से घनता है। यह पायस कठिना से दूटता है। कंकट में गोंद, तेल, धूल और जल रहते हैं।

कंकट को नष्ट करने के लिए इसे एक टंकी में इकट्ठा करते हैं। उसे फिर भाप से उबालते हैं। पायस दूट कर तेल, धूल और अलकतरे में अलग होकर नियाह से निकाल लेते हैं। जल और मल फेंक दिया जाता है।

नियारे हुए तेल को आसवन से पुनर्जीवित करते हैं। तेल आमुत हो निकल जाता और अन्य पदार्थ पात्र में रह जाते हैं। इसके लिए विशेष प्रकार के भभके बने हुए हैं। अमेरिकी कोपर्स कम्पनी ऐसा भभका बनाती है।

घावन तेल का पुनर्जीवितकरण अग्नि-आसवन और दूग्न्य आसवन दोनों से हो सकता है। कभी-कभी दूग्न्य-आसवन इसलिए अच्छा होता है कि इसमें रेजिन का विच्छेदन कम होता है। इन दोनों में एक ही प्रकार के भभके प्रयुक्त होते हैं।

रेजिन वाले पदार्थों का बनना कोई प्रति-आक्सीकारक डालकर बहुत कुछ रोका जा सकता है। कठोर काष्ठ के अलकतरे का आमुन फिशोनेट प्रति-आक्सीकारक के रूप में प्रयुक्त हुआ है। समय-समय पर इसे डालते हैं ताकि घावन तेल में इसकी मात्रा ०.५ प्रतिशत बनी रहे। तेल में निकले कंकट को केन्द्रावसारक में निकाल लेते हैं।

ठोस द्वारा अवशोषण

मक्रियित कार्बन अथवा सिलिका-जेल द्वारा गैस के हल्के तेल को अवशोषित कर निवारण करते हैं। इन अवशोषकों को टंकियों में रखते हैं। टंकियों की संख्या तीन से पाँच रहनी है। इन टंकियों में गैस पारित होती है। जब पहली टंकी तेल से संतृप्त हो जाती है तब उसे निवारण कर उसके स्थान में दूसरी टंकी रख दी जाती है, मक्रियित कार्बन से हल्के तेल का १५ से ३० प्रतिशत निकल जाता है। ३० से ४० मिनट तक गरम करने और भाप देने से हल्का तेल निकल जाता है।

धीरे-धीरे कार्बन की अवशोषण क्षमता कम होती जाती है और उसके रन्ध्र रेजिन में बन्द हो जाते हैं। १२०० से १५०० बार उपयोग करने के बाद उसकी अवशोषण-क्षमता इतनी कम हो जाती है कि उसे फेंक देना पड़ता है। सिलिका-जेलों को जलाकर उसका पुनर्जीवितकरण बार-बार कर सकते हैं।

अवशोषक से जो हलके तेल का वाष्प और भाप निकलती है उसे संघनित कर नियारने से पृथक् कर लेते हैं। इससे ९० प्रतिशत तेल निकल सकता है। ७० प्रतिशत कार्बनिक गन्धक भी इससे निकल जाता है।

संपीडन और शीतन

गैस के संपीडन और शीतन से हलके तेल का संघनन हो सकता है। सामान्य ताप (२०° से०) पर लगभग ११ वायुमण्डल के दबाव से बेंजीन संघनित होता है। यदि दबाव की वृद्धि और ताप का गिरना साथ-साथ चलता रहे तो संघनन अधिक दक्षता के साथ होता है और हलका तेल संघनित हो शीघ्र निकल जाता और निकाल कर संग्रहीत कर लिया जाता है। इस रीति का उपयोग अनेक कारखानों में हुआ है। संपीडन के उपकरण कुछ महंगे होते हैं।

हलके तेल का परिष्कार

हलके तेल में प्रधानतया बेंजोल, टोलुओल और जाइलील होते हैं। इनके रासायनिक नाम क्रमशः बेंजीन, टोल्विन और जाइलीन हैं। हलके तेल से मोटर बेंजोल और विलायक नैफथा भी प्राप्त होता है।

हलके तेल के परिष्कार के लिए तेल का आसवन करते हैं। भिन्न-भिन्न तापों पर भिन्न-भिन्न प्रभाजकों को इकट्ठा करते हैं। इन प्रभाजकों से फिर साद्र सलफ्यूरिक अम्ल से उपचारित कर अपद्रव्यों, विशेषतः असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों और गन्धक यौगिकों को निकाल लेते हैं।

बेंजीन का ब्वथनांक	८०° से०
टोल्विन "	११०° से०
जाइलीन "	१३८-१३९° से०

ब्वथनाकों में प्रायः ३०° से० का अन्तर है। इससे प्रभाजक आसवन से उनका पृथक् होना सम्भव है और ऐसा करते हैं। यदि ब्वथनांक का अन्तर कम होता तो पृथक् करना सम्भव नहीं होता। मोटर बेंजोल में इन यौगिकों के मिश्रण रहते हैं। अधिक ऊँचे ताप पर उबलनेवाला अश्व विलायक नैफथा होता है।

हलके तेल का आसवन प्रभाजक स्तम्भ लगाकर करते हैं। यदि स्तम्भ अधिक दक्ष है तो विभिन्न अवयवों का पृथक्करण सरलता से हो जाता है। हलके तेल के परिष्कार के वस्तुतः तीन क्रम होते हैं। पहले क्रम में हलके तेल का आसवन कर तीन प्रभाजकों में प्राप्त करते हैं। भ्रमके में कुछ अवशेष बच जाता है। दूसरे क्रम में प्रभाजकों को सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ उपचारित कर फिर चूने के साथ उपचारित करते हैं। इससे क्रियाफल उदासीन हो जाता है। उसे फिर जल से धोकर अवशिष्ट चूने को निकाल लेते हैं। तीसरे क्रम में धोये तेल का फिर प्रभाजक आसवन या प्रभाजन करते हैं।

मोटर बेंजोल

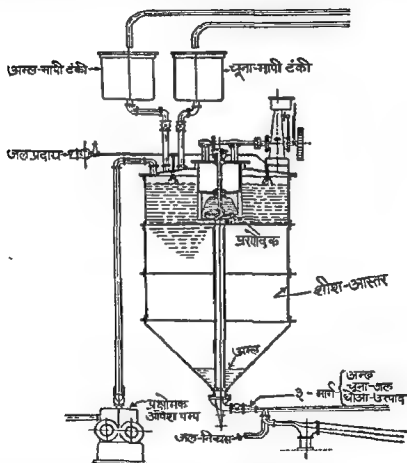
मोटर बेंजोल में बेंजीन के सिवाय कुछ टोल्बिन रहता है। अल्प मात्रा में असंतृप्त हाइड्रोकार्बन भी रहते हैं। असंतृप्त हाइड्रोकार्बन आक्सिजन के संसर्ग से धीरे-धीरे पुरुभाजित हो गोंद और रेजिन बनते हैं। मोटर बेंजोल में गोंद और रेजिन का रहना ठीक नहीं है। इससे रंग आ जाता है। कारब्युरेटर के रन्ध्रों को ये बन्द कर दे सकते हैं। एक समय सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा असंतृप्त हाइड्रोकार्बन निकाले जाते थे, पर आज कल यह रीति प्रयुक्त नहीं होती। इसमें खर्च बढ़ जाता और मोटर बेंजोल की मात्रा कम हो जाती है। गोंद बनना रोकने के लिए आजकल मोटर बेंजोल में अल्पमात्रा में किसी निरोधक को डाल देते हैं। निरोधक ऐसा होता है जो आक्सिजन को निकालकर गोंद और रेजिन का बनना रोकता है। निरोधक के रूप में पाराफेमिलीन डाइ ऐमिन, अल्फार्नेपथोल, पाइरोगैलोल, मोनोबेंजील, पारा-अमिनो फीनोल (बी० ए० पी०) इस्तेमाल होते हैं। बी० ए० पी० हलका कपिल (भूरे) वर्ण का चूर्ण होता है। यह ८४ और ९०° से० के बीच पिघलता है। यह मेथिल अल्कोहल में घुलता है। इसका मेथिल अल्कोहलीय विलयन इस्तेमाल हो सकता है। इसकी बड़ी अल्पमात्रा, ०.००१ से ०.००५ प्रतिशत, पर्याप्त होती है।

मोटर बेंजोल का प्रति-आघात मान ऊँचा होता है। पेट्रोल में इसके डालने से पेट्रोल की ओक्टेन संख्या ऊँची हो जाती है। १५ से २० प्रतिशत यह पेट्रोल में डाला जाता है।

अम्ल-धावन

हलके तेल के परिष्कार के लिए उसे अम्ल के साथ उपचारित करते हैं। इसे अम्ल-धावन कहते हैं। अम्लों में साधारणतया सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल का व्यवहार होता है। जिस उपकरण में यह परिष्कार होता है उसे क्षोभक (agitator)

कहते हैं। क्षोभक ऊर्ध्वाधार चेलनाकार पात्र होता है। इसका पेंदा शंक्वाकार होता है। शंकु के अन्तिम छोर में एक कपाट (valve) होता है जिससे पात्र का द्रव निकाला जाता है। पात्र में ठक्कन होता है। ठक्कन में प्रसुब्ध करने का साधन लगा रहता है। प्रसुब्ध करने के लिए नोदक (propeller) लगे रहते हैं। क्षोभक



चित्र ५७—हलके तेल का क्षोभक

के पेंदे से अम्ल को उठाकर डालने के लिए पम्प रहता है। क्षोभक इस्पात और डालची लोहे का बना होता है। यदि अम्ल तनु हो तो क्षोभक में सीस धातु का आस्तर लगा रहता है ताकि लोहा उसमें आक्रान्त न हो। क्षोभक साधारणतया इतना बड़ा होता है कि उसमें एक बार ३००० से १०,००० गैलन हलका तेल अँट सके।

परिष्कार के लिए जो सलप्यूरिक अम्ल प्रयुक्त होता है उसका सान्द्रण १३ प्रतिशत रहता है। कुछ यन्त्रों में सघूम सलप्यूरिक अम्ल भी प्रयुक्त होते हैं। सघूम सलप्यूरिक अम्ल का उपयोग तभी होता है जब थायोफीन को पूर्णतया निकालने की आवश्यकता पड़ती है। प्रति गैलन तेल के लिए ०.४ से ०.८ पाउण्ड ऐसा अम्ल खर्च होता है। अम्ल को एक बार में न डालकर दो या दो से अधिक बार में डालना अच्छा होता है। पहली बार थोड़ा अम्ल डालकर पानी को निकाल लेते हैं। ऐसा करने से दुबारा डाला अम्ल तनु नहीं होता और तब अम्ल अपद्रव्यों को पूर्णतया निकाल देने में अधिक समर्थ होता है। अम्ल के थोड़ा भी तनु हो जाने से अपद्रव्यों के निकालने की क्षमता बहुत कुछ घट जाती है। पहली बार में कुछ गन्धक के और असंतृप्त यौगिक ही आक्रान्त होते हैं। अधिकांश अपद्रव्य वाद के धावन से ही निकलते हैं।

सलप्यूरिक अम्ल की अपद्रव्यों पर की क्रिया बड़ी पेचीली होती है। कुछ असंतृप्त यौगिक सलप्यूरिक अम्ल के साथ मिलकर सल्फेट या सल्फोनिक अम्ल बनकर निकल जाते हैं। कुछ अपद्रव्य आक्सोकृत हो निकल जाते हैं। सलप्यूरिक अम्ल यहाँ स्वयं अवकृत हो सल्फर डाइ-आक्साइड बनाता है जो गैस के रूप में निकल जाता है। कुछ यौगिकों का सलप्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में पुरुभाजन होता है। इससे गोंद और रेजिन बनते हैं। कुछ यौगिक बेंजीन, टोल्विन और जाइलीन के साथ मिलकर अलकिलित यौगिक बनते हैं। गन्धक यौगिकों के साथ भी क्रिया पेचीली होती है। रेजिनवाले पदार्थ हलके तेल में कुछ घुलकर तेल को रंगीन बना देते हैं। अधिकांश रंगवाले पदार्थ अवपंक के रूप में निकल जाते हैं। अवपंक में कुछ अम्ल और कुछ तेल भी बंधा रहना है। सान्द्र अम्ल से बेंजीन, टोल्विन और जाइलीन बड़ी अल्प-मात्रा में और बहुत धीरे-धीरे आक्रान्त होते हैं। ताप और संस्पर्श काल की वृद्धि से प्रतिक्रिया की गति बढ़ती है। ऐसे परिष्कार में साधारणतया हलके तेल की ४ से ६ प्रतिशत कमी हो जाती है। यदि असंतृप्त यौगिकों की मात्रा अधिक हो तो कमी और अधिक हो सकती है।

घोने का काम सामान्य ताप पर होता है। जाड़े में अथवा शीत देशों में उष्ण करने की आवश्यकता पड़ती है। अम्ल और जल के बीच की क्रिया से ऊष्मा का निष्कासन होता है और उससे क्षोभक का ताप १० से ३०° से० तक उठ सकता है। ताप के ऊँचे होने से प्रतिक्रिया की गति बढ़ जाती है और धावन भी अच्छा होता है। सलप्यूरिक अम्ल और बेंजीन, टोल्विन और जाइलीन के बीच प्रतिक्रिया भी बढ़ जाती है। इससे हलके तेल की प्राप्ति में कमी भी हो जाती है।

घोने का काम साधारणतया इस प्रकार करते हैं। हल्के तेल में जितना सान्द्र प्यूरिक अम्ल प्रयुक्त करना है उसका २५ प्रतिशत डालकर मिश्रण को ३० से मिनटों तक प्रक्षुब्ध कर नियरने के लिए ३० मिनट तक छोड़ देते हैं। पेंदे में पंक बैठ जाता है। उसे निकाल कर तब शेष अम्ल को डालकर एक घण्टा तक व्य करते हैं। फिर एक घण्टा नियरने के लिए छोड़ देते हैं। फिर अवपंक को गल लेते हैं। पर सब तेल के साथ अम्ल डालकर उपचारित करने के पूर्व तेल के नमूने को लेकर प्रयोगशाला में प्रारम्भिक परीक्षण कर देख लेते हैं।

प्रारम्भिक परीक्षण के लिए तेल का १०० सी० सी० लेकर आसवन करते हैं। म ५ सी० सी० आसुत को छोड़ देते, दूसरे ६० सी० सी० आसुत को लेकर उसमें प्रतिशत सलप्यूरिक की निश्चित मात्रा डालकर उसे घोते हैं। पेंदे में अम्ल का स्तर बैठ जाता उसके रंग का परीक्षण करते हैं। यदि रंग बहुत गाढ़ा है तो अपर पर्याप्त मात्रा में नहीं निकले हैं। ऐसी दशा में और अम्ल डालकर धोना तब तक करी रखते हैं जब तक घोये तेल का रंग हल्का आवश्यक रंग का नहीं हो जाता।

जब तेल धो लिया जाता है तब उसमें अम्लों की कुछ छोटी-छोटी बूँदें, कुछ घुला सल्लर डाइ-आक्साइड और कुछ अन्य पदार्थ रहते हैं। इसे तब कास्टिक सोडा ५ से १० प्रतिशत विलयन अथवा चूने के दूध (एक लिटर में ४० ग्राम चूना, CaO) उदासीन बनाते हैं और क्षयित क्षार को निकालकर फिर तेल का आसवन करते हैं। १ गैलन तेल के घोने में ०.०६ से ०.१२ पाउण्ड कास्टिक सोडा लगता है।

इस रीति में अनेक सुधार हुए हैं। एक सुधार को उफर (Ufer) विधि कहते हैं। इसमें हल्का तेल सलप्यूरिक अम्ल से वैसा ही धोया जाता है जैसा वर्णित है। दूसरे घावन के बाद, पर अवपंक के बैठ जाने के पूर्व, उसमें एक निश्चित मात्रा में पानी डालते हैं। पानी की मात्रा साधारणतया सलप्यूरिक अम्ल की मात्रा (रायतन में) की दुगुनी होती है। पानी डालकर प्रक्षुब्ध कर बैठ जाने के लिए लगभग १ घंटा छोड़ देते हैं। मिश्रण तीन स्तरों में बँट जाता है। सब से ऊपर का स्तर ३ का होता है। उसके नीचे का स्तर लाल रंग का पतले हल्के अम्ल का अल्प अव-७ के साथ मिला हुआ होता है। पेंदे का तीसरा स्तर अवपंक का होता है। इस धि में लाभ यह है कि अवपंक और अम्ल दो स्तरों में बँट जाते हैं। इससे अम्ल का उपयोग हो सकता है। यहाँ अवपंक में बड़ा अल्प तेल भी बँधा रहता है। ४ में भी कुछ अवपंक घुलकर रह सकता है, पर आसवन पर आसवन पात्र में अवपंक जाता है। इससे आसवन-पात्र में जो अवशेष रह जाता है उसमें अम्ल के न रहने फेंक देने में कोई हानि नहीं है।

यदि हल्के तेल को पूर्व-आसवन के पहले अम्ल से उपचारित करते हैं तो तेल के अनवृत्त और गन्धक यौगिक भी आक्रान्त होते हैं। इससे अम्ल अधिक खर्च होता है और तेल की मात्रा घट जाती है।

घोये तेल का प्रभाजन

अब घोये तेल का प्रभाजन करते हैं। प्रभाजन से तेल शुद्ध प्रभाजका में विभक्त होता है। जो असा शुद्ध नहीं होता उसे दूसरे तेल में डालकर उसका फिर आसवन करते हैं।

आसवन या तो अलग अलग थोक में करते हैं अथवा अविराम उपकरण में। थोक में आसवन के लिए केटली (Kettle) का उपयोग होता है। केटली में भाप पकी कुडली, बुलबुला-पट्ट, प्रभाजक स्तम्भ, सवनित्र, नियारक और तीन सप्राही लगे रहते हैं। सप्राही में जो तेल इकट्ठा होता है उसका परीक्षण समय-समय पर करते हैं।

घोये तेल के आसवन के समय गन्धक यौगिकों से कभी-कभी सल्फर डाइ-आक्साइड गैस निकलती है। आसवन के धातु के पात्र इस गैस से आक्रान्त होने हैं। इसका परीक्षण ताँबे के स्वच्छ तल से करते हैं। यदि तेल में गन्धक का यौगिक है तो ताँबे का स्वच्छ तल धुंधला हो जाता है। यदि ऐसा हो तो कार्बोनेट सोडा का तनु विलयन डालकर गन्धक के यौगिकों को निकाल लेते हैं। यदि हल्के तेल की मात्रा अल्प हो तो यह रीति सुविधाजनक होती है, पर यदि तेल की मात्रा अधिक हो तो अविराम आसवन अधिक सुविधाजनक होता है।

अविराम आसवन के भ्रमके में दो थ्रेणियो के बुलबुला पट्टवाले स्तम्भ रहते हैं। पहली थ्रेणी में बिना घोये हल्के तेल का आसवन होता है। इससे मोटर बेंजोल, अशुद्ध विलायक नैफथा और अवशेष प्राप्त होते हैं। दूसरी थ्रेणी में मोटर बेंजोल का आसवन होकर व्यापार का बेजाल, टोलुआल और जाइलील प्राप्त होते हैं। दोनों थ्रेणियों के स्तम्भों में सघनित्र, पम्प और सप्राही रहते हैं। प्रत्येक स्तम्भ के पेंदे में भाप-कुण्डली लगी रहती है।

आजकल ऐसे सयन्त्र बने हैं जिनमें दोनों प्रकार के, थोक में अथवा अविराम, आसवन हो सकते हैं।

साधारणतया कोक के निर्माण में जो तेल प्राप्त होता है उसका ८० से ९० प्रतिशत हल्का तेल होता है। इस हल्के तेल में प्रायः २३ प्रतिशत मोटर बेंजोल, ४५

11 अशुद्ध बेंजोल, १५ प्रतिशत टोलुओल, ४ प्रतिशत ज़ाइलोल, २ प्रतिशत यक नैफ्था और ५ प्रतिशत अवशेष रहते हैं।

यदि रसायनतः शुद्ध बेंजीन प्राप्त करना है तो बेंजीन से अन्य पदार्थों को निकालना जरूरी है। अन्य पदार्थों में पैरेफिन और थायोफ़ीन है। पैरेफिनों में साधारण साइक्लो-हेक्सेन (क्वथनांक 61° से०) और मेथिल साइक्लो-हेक्सेन (यनांक 100° से०) रहते हैं। इन हाइड्रोकार्बनों से बेंजीन का हिमांक गिर जाता शुद्ध बेंजीन का हिमांक 5.5° से० है। यदि इसमें प्रायः एक प्रतिशत पैरेफिन जो इसका हिमांक 5° से० हो जाता है। बेंजीन में पैरेफिन का रहना अच्छा नहीं सुप्रसिद्ध विस्कोटक पदार्थ टी० एन० टी० के निर्माण में जो टोल्विन प्रयुक्त होता तमें अधिक से अधिक एक प्रतिशत पैरेफिन सह्य है। इससे अधिक कदापि नहीं चाहिए। पैरेफिन के रहने से आवश्यक उत्पाद में कमी और प्रतिकारक के में वृद्धि होती है। साम्प्रतलपूरिक अम्ल से पैरेफिन नहीं निकलता। प्रभाजक तन से भी पृथक् नहीं होता, पर हिमांक बिधि से पैरेफिन को निकाल सकते हैं। त के ठंडा करने पर वह जम जाता और तब पैरेफिन सरलता से निकल जा सवता पात्र की दीवार के पार्श्व में बेंजीन जम जाता और पैरेफिन केन्द्र में तरल रह पा है। बेंजीन के ठंडा कर जमाने के समय उसमें वायु के बुलबुले प्रवाहित करने हैं। जमना प्रायः पूर्ण हो जाता तब पात्र को खाली कर बेंजीन के पिण्ड को निकाल हैं। तरल बेंजीनवाले अंश को बहाकर अववा केन्द्रापसारक में निकाल लेते हैं। बार मणिभीकरण से बिलकुल शुद्ध बेंजीन प्राप्त होता है।

टोल्विन से पैरेफिन निकालने के लिए उसमें मेथिल अल्कोहल डालते हैं। मेथिल कोहल कई पैरेफिनों के साथ समववायी मिश्रण बनता है। ऐसे मिश्रण का क्वथ-
न टोल्विन के क्वथनांक से बहुत नीचा होता है। २ : ५-डाइमेथिल हेक्सेन का यनांक 109° से० है। ६० प्रतिशत मेथिल अल्कोहल के साथ यह जो समववायी प्रण बनता है उसका क्वथनांक 61° से० होता है। टोल्विन मेथिल अल्कोहल के य समववायी मिश्रण बनता है। ऐसे मिश्रण में ३१ प्रतिशत टोल्विन रहता है र वह 64° से० पर उबलता है।

टोल्विन को पृथक् करने के लिए टोल्विन में मेथिल अल्कोहल डालकर प्रभाजक के में आसवन करते हैं। पहले आसुत में प्रायः ३० प्रतिशत (आयतन में) पैरे-
न और प्रायः ७० प्रतिशत मेथिल अल्कोहल रहता है। इसमें अल्पमात्रा में टोल्विन ता है। पानी डालकर मेथिल अल्कोहल और पैरेफिन को पृथक् कर लेते हैं। सवन से फिर मेथिल अल्कोहल अलग किया जा सकता है।

बाद में फिर टोल्बिन और मेथिल अल्कोहल प्राप्त होने हैं। इसमें भी पानी डालकर मेथिल अल्कोहल को टोल्बिन से अलग करते हैं।

मेथिल अल्कोहल के स्थान में मेथिल-एथिल कीटोन का भी उपयोग होता है। कीटोन टोल्बिन को लेकर नीचे बैठ जाता और फिर आसवन से उन्हें अलग-अलग कर सकते हैं।

थायोफीन का निकालना

थायोफीन गन्धक का एक योगिक है। सल्फयूरिक अम्ल की क्रिया इस पर बड़ी अल्प होती है। अतः सल्फयूरिक अम्ल के उपचार से यह अंशतः ही निकलता है। इसका क्वथनांक 48° से० है जो बेंजोल के क्वथनांक (80° से०) के बड़ा सन्निकट होने से प्रभाजन द्वारा पूर्णतया पृथक् नहीं किया जा सकता। यदि सांद्र सल्फयूरिक अम्ल का आधिक्य हो अथवा ऐसा सल्फयूरिक अम्ल हो जिसमें सल्फर ट्राइ-आक्साइड इतना पड़ा हो कि अम्ल की मात्रा १०४ प्रतिशत हो जाय तो ऐसे अम्लों से थायोफीन निकाला जा सकता है।

बेंजोल के स्टार्च और सल्फयूरिक अम्ल के उपचार से थायोफीन निकालने की सफल चेष्टाएँ हुई हैं। यदि ५५०० गैलन मोटर बेंजोल में १४० पाउण्ड स्टार्च और ६६ बीमे का सल्फयूरिक अम्ल ७२० पाउण्ड डालकर १३ घंटे तक प्रक्षुब्ध कर छोड़ दिया जाय तो जो अवशेष बैठे उसे निकालकर सोडियम हाइड्राक्साइड के २० प्रतिशत विलयन से उद्रासीन बनाकर आसुत किया जाय तो समस्त थायोफीन, यदि उसकी मात्रा ०.००१ से ०.००२ प्रतिशत भी हो तो, निकल जाता है।

अम्ल-अवपंक

अम्ल-अवपंक का क्या किया जाय यह एक विकट समस्या है। अम्ल के अतिरिक्त इसमें कुछ हलका तेल भी रहता है। कार्बनिक पदार्थों को सरलता से जलाया जा सकता है पर अम्ल के कारण जलाना कठिन ही नहीं वरन् ठीक भी नहीं है। उसे गड्ढे में गाड़ दिया जा सकता है। पर इसमें भी हलके तेल के कारण आग लगने का भय हो सकता है।

भाप के उपचार से अम्ल की पुनःप्राप्ति की चेष्टाएँ हुई हैं। भाप के साथ उबालने से कार्बनिक-अम्ल ऊपर उठता और अम्ल-विलयन नीचे बैठ जाता है। हलका तेल और सल्फर ट्राइ-आक्साइड भाप बनकर निकल जाते हैं। हलके तेल को संघनन से प्राप्त कर सकते हैं। यदि अम्ल की सांद्रता ५० प्रतिशत हो जाय तो उसे अमोनियम

सल्फेट तैयार करने में प्रयुक्त कर सकते हैं। ऐसा अम्ल रंगीन (कपिल वर्ण का) होता है और उसमें कुछ कार्बनिक पदार्थ रहते हैं।

आग का भय

हल्का तेल और उसके प्रभाग बड़े ज्वलनशील होते हैं। उनमें आग लगने का बड़ा भय रहता है। अतः आग लगने से बचाने के लिए विशेष यत्नशील होना बड़ा आवश्यक है। जहाँ हल्के तेल का आसवन होता है वहाँ किसी प्रकार की आग या चिनगारी नहीं रहनी चाहिए।

वेजीन का वाष्प बहुत भारी होता है। वायु से यह अढ़ाई गुना भारी होता है। अतः वायु धीरे-धीरे विसारित होता रहता है। इसका वाष्प पर्याप्त दूरी तक जा सकता है। अतः हल्के तेल के आसवन का जहाँ सम्यक् हो उसके आस-पास कुछ दूर तक आग या चिनगारी नहीं रहनी चाहिए, संयंत्र के चारों ओर महीन तार की जाली लगा देनी चाहिए ताकि आग लगने का भय जाता रहे।

बिजली की चिनगारी से भी आग लग सकती है। बिजली की चिनगारी न बने इसकी विशेष सावधानी रखना आवश्यक है।

कभी-कभी फेरस सल्फाइड से भी आग लग सकती है। लोहे की टंकी पर हाइड्रोजन सल्फाइड की क्रिया से फेरस सल्फाइड बन सकता है। फेरस सल्फाइड वायु से ऑक्सीजन लेकर आक्सीकृत होता है और उससे गन्धक मुक्त होता है। इस क्रिया में इतनी ऊष्मा बन सकती है कि वह तेल के वाष्प को जला सके। अतः लोहे की टंकी को वायु में खोलने से पूर्व उसके सारे ज्वलनशील पदार्थों को पूर्ण रूप से निकाल डालना आवश्यक होता है।

यदि हल्के तेल में आग लग जाय तो उसे बुझाने के लिए पानी नहीं इस्तेमाल करना चाहिए। पानी से आग फैल सकती है। हल्का तेल पानी से हल्का होता है। अतः हल्का तेल पानी के ऊपर अधिक स्थान में फैलकर जलता रह सकता है। हल्के तेल की आग बुझाने के लिए फोममाइट (Foamite) अच्छा समझा जाता है। फोममाइट में कार्बन डाइ-आक्साइड का फेन बनता है। यह फेन सोडियम बाइ-कार्बोनेट और अलुमिनियम-सल्फेट के विलयनों की क्रिया से बनता है और हल्के तेल पर तैरता है। ऐसे फोममाइट के नल-मात्र स्थान-स्थान पर रखे रहते हैं और आवश्यकता पड़ने पर इस्तेमाल होते हैं। आग बुझाने के लिए सिलिंडर में रखे कार्बन डाइ-आक्साइड का भी इस्तेमाल हो सकता है।

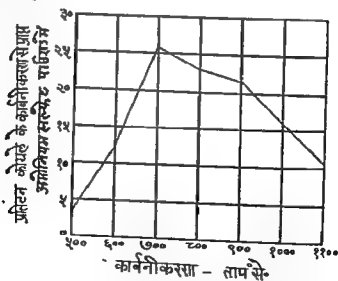
बेंजीन विपैला होता है। वायु के एक लाख भाग में बेंजीन-वाष्प की मात्रा आठ भाग से अधिक नहीं रहनी चाहिए। इस कारण जहाँ बेंजीन का वाष्प हो वहाँ वायु का आवागमन पूर्ण रूप से रहना चाहिए। इसके लिए विशेष उपकरणों का प्रवन्ध करना पड़ता है। वायु के निष्कासन पम्प में वायु निकालने और सामान्य पम्प से अथवा खुले मार्ग से वायु के प्रवेश का प्रवन्ध रहना आवश्यक है।

यदि टैंकियों को साफ करना पड़े तो भाप द्वारा हलके तेल को बाहर निकालकर तब उसमें प्रवेश करना चाहिए।

सत्ताईसवाँ अध्याय

अमोनियम लवण

कोयले के कार्बनीकरण से अमोनिया प्राप्त होता है। निम्न ताप कार्बनीकरण से अल्प अमोनिया प्राप्त होता है। उच्च ताप कार्बनीकरण से भी अमोनिया की मात्रा कम प्राप्त होती है। प्रायः मध्य ताप कार्बनीकरण -700° से० के लगभग के ताप पर अमोनिया की मात्रा महत्तम प्राप्त होती है। एक टन कोयले से ५ से ६ पाउण्ड अमोनिया प्राप्त होता है। ताप से अमोनिया की मात्रा में अन्तर कैसे पड़ता है वह यहाँ दिये वक्र से स्पष्ट होता है। इस वक्र से मालूम होता है कि 700° से० ताप महत्तम अमोनिया प्राप्त होता है और इससे नीचे और ऊपर के ताप पर मात्रा क्रमशः कम होती जाती है।



चित्र ५८—अमोनियम मात्रा का वक्र

कार्बनीकरण में जो अमोनिया बनता है उसे प्राप्त करने की प्रधानतया तीन रीतियाँ हैं। एक प्रत्यक्ष रीति, दूसरी अर्ध-अप्रत्यक्ष रीति और तीसरी परोक्ष रीति।

प्रत्यक्ष और अर्ध-प्रत्यक्ष रीतियों में अमोनिया अमोनियम सल्फेट के रूप में प्राप्त होता है। परोक्ष रीति में अमोनिया 'अमोनिया द्रव' के रूप में प्राप्त होता है। पीछे वह भी अमोनियम सल्फेट के रूप में परिणत किया जा सकता है।

इन रीतियों में अर्ध-प्रत्यक्ष रीति सबसे अधिक महत्त्व की है। अमेरिका में प्रायः इस रीति का उपयोग होता है। अल्प मात्रा में परोक्ष रीति से अमोनिया प्राप्त हो सकता है। परोक्ष रीति का उपयोग आज नहीं के बराबर है।

अर्ध-प्रत्यक्ष रीति

इस रीति में कार्बोनीकरण से जो गैस निकलती है उसे सीधे हल्के सलप्यूरिक अम्ल में ले जाकर अमोनियम सल्फेट तैयार करते हैं। इसके लिए सबसे पहले शीतक से निकली गैस को गरम करते हैं ताकि उसका ताप ५० से ६०° से० हो जाय। यह काम पूर्व-तापक नामक साधन में भाप से सम्पन्न होता है। पूर्व-तापक इस्पात का एक ढाँचा होता है जिसमें ऊर्ध्वाधर नलियाँ रहती हैं। इन नलियों से गैस नीचे प्रविष्ट होकर ऊपर उठती है। नलियों के बाहर चारों ओर भाप रहती है। इसी भाप से गैस गरम होती है। गैस स्वयं भाप के संसर्ग में नहीं आती। इससे गैस की आद्रता में कोई अन्तर नहीं पड़ता। ताप का अधिक ऊँचा होना यहाँ अच्छा नहीं है क्योंकि इससे अमोनियम लवण के मणिभ बड़े-बड़े नहीं बनते और भाप का खर्च भी अधिक होता है।

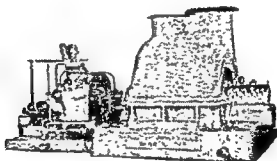
अमोनियम सल्फेट का यह विलयन संतृप्तक में आता है। संतृप्तक इस्पात और ढालवें लोहे का बना पात्र होता है। इसमें सीस का आस्तर लगा रहता है। आजकल अकलुष इस्पात के पात्र भी प्रयुक्त होते हैं। एक बड़े वितरक-नल द्वारा, जिसे "क्रैकरपाइप" कहते हैं, गैस संतृप्तक में प्रविष्ट होती है।

संतृप्तक में अमोनियम सल्फेट का संतृप्त विलयन अंशतः भरा रहता है। उसमें चार से पाँच प्रतिशत मुक्त सलप्यूरिक अम्ल भी मिला रहता है। जब अमोनिया उसमें प्रविष्ट होता, सलप्यूरिक अम्ल के साथ मिलकर अमोनियम सल्फेट बनाता और उसके छोटे-छोटे मणिभ अवक्षिप्त होते रहते हैं। संतृप्तक के पेंदे में शंकु रहता है। उनी में मणिभ बैठ जाता और निकाल लिया जाता है। संतृप्तक में विलोडक भी रहता है जिसके चलते रहने से बड़े-बड़े मणिभ के बनने में सहायता मिलती है।

संतृप्तक से निकली गैस में अम्ल के कण रहते हैं। यदि अम्ल के कणों को निकाल न लिया जाय तो नल का संक्षारण हो सकता है। इन कणों को निकालने के लिए अम्ल पृथक्कारक (separator) होते हैं जो संतृप्तक के बाद ही रखे होते और

जिन पर सीस का आस्तर लगा रहता है। पृथक्कारक में जो अम्ल एकत्र होता वह सतृप्तक में भेज दिया जाता है। पूर्व-तापक, संतृप्तक और अम्ल पृथक्कारक सब एक संयन्त्र के अंग होते हैं। संतृप्तक की धारिता ऐसी होती है कि प्रतिदिन १५० लाख घन फुट गैस का उपचार हो सके। बड़े सतृप्तको में २००० गैलन तक मातृ-द्रव अँट सकता है। समय-समय पर सतृप्तक को साफ करने की जरूरत पड़ती है।

अमोनियम सल्फेट के मणिभ को निकालकर विलयन के छन जाने के लिए एक भेज पर रख देते हैं। विलयन निकल जाता और मणिभ उस पर रह जाता है। उसे तब केन्द्रापसारक में रखकर सुखाते हैं। केन्द्रापसारक सीस का आस्तर लगा हुआ ढालवे लोहे का एक पिटक होता है जो बड़ी तीव्र चाल से बिजली से अथवा भाप-इजन से घूमता है। पिटक के छेदों से द्रव निकल जाता और मणिभ का पिंड पिटक में रह जाता है। एक बार या दो बार उसे पानी से धोकर चिपके हुए मातृ-द्रव को निकाल लेते हैं। धोने के लिए कभी-कभी अमोनिया-द्रव का भी व्यवहार करते हैं। इससे मुक्त अम्ल का निराकरण हो जाता है। जब मणिभ पर्याप्त सूख जाते तब उन्हें निकालकर भण्डार में रख देते हैं।



चित्र ५९—शार्पल्स केन्द्रापसारक

पहले जो केन्द्रापसारक होते थे उनमें मणिभ हाथों से ढाले और निकाले जाते थे, पर अब ऐसे केन्द्रापसारक बने हैं जिनमें हाथों से ढालने और निकालने की आवश्यकता नहीं पड़ती। वे आत्मचालित होते हैं। ढालने और निकालने का काम स्वतः होता रहता है। अतः यहाँ कम श्रमिकों से काम चल जाता है। एक ऐसा केन्द्रापसारक बेकर पकिन्स टर-मियर कांटेन्यूयस सेंट्रीफ्यूज (Baker Penkins Ter Meer Continous Centrifuge) है जिसका एक चित्र यहाँ दिया हुआ है। एक दूसरी किस्म का केन्द्रापसारक शार्पल्स (Sharples) केन्द्रापसारक है। इसमें एक पिटक

होता है जो क्षैतिज ईषा (shaft) पर घूमता है। ऐसा केन्द्रापसारक दो शार्पल्स कार्पोरेशन नामक अमेरिकी कम्पनी बनाती है।

संतृप्तक में अम्ल का सांद्रण

संतृप्तक में मुक्त अम्ल का सांद्रण ऐसा रहना चाहिए कि गैस का अमोनिया पूर्णतया अवशोषित हो निकल जाय। अधिक सांद्रण से मणिम छोटे-छोटे बनते हैं। दोनों के बीच साम्य रहना चाहिए अर्थात् अम्ल का सांद्रण ऐसा होना चाहिए कि अमोनिया पूर्णतया अवशोषित हो जाय और साथ ही छोटे-छोटे मणिम न बनें। इसके लिए मुक्त अम्ल का पाँच प्रतिशत रहना अच्छा है। बीच-बीच में अम्ल डालकर साम्य को स्थापित रखते हैं। सांद्र अम्ल ६०° वीमें का रहना चाहिए। ऐसे अम्ल में ७७ प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल रहता है, प्रति पाउण्ड अमोनियम सल्फेट बनने में लगभग एक पाउण्ड अम्ल खर्च होता है।

विलयन का यदि सावधानी से अम्लीय न रखा जाय तो वह शीघ्र ही क्षारीय हो जाता है। ऐसे क्षारीय विलयन से रंगीन नीला-हरा अमोनियम सल्फेट प्राप्त होता है। इसे व्यापार में 'नीला लवण' कहते हैं। अल्प मात्रा में लोहे के फेरोसायनाइड के बनने के कारण रंग नीला होता है।

यदि संतृप्तक में कोई ठोस लवण बन गया हो तो समय-समय पर सल्फ्यूरिक अम्ल अथवा जल और सल्फ्यूरिक अम्ल डालकर ठोस लवण के बनने को रोकते हैं। ऐसी दशा में मुक्त अम्ल की मात्रा १० से १५ प्रतिशत तक उठ सकती है। कभी-कभी विलयन के गरम करने से ठोस लवण का बनना रोका जा सकता है।

संतृप्तक में विलयन का तल नियंत्रित रखते हैं। संतृप्तक में समय-समय पर पानी डालते रहते हैं। अम्ल के साथ, मणिम के धोने में, लवण के हटाने, पिटक के धोने आदि में पानी लगता है। इससे पानी की मात्रा बढ़ जा सकती है। उद्घाटन द्वारा ऐसी दशा में पानी को निकालना पड़ सकता है।

अमोनिया और सल्फ्यूरिक अम्ल के बीच जब क्रिया होती है तब ऊष्मा का क्षेपण होता है। प्रति पाउण्ड अमोनियम सल्फेट के बनने में प्रायः ८०० वि० डि० यू० निकलता है। इस ऊष्मा का अधिक अंश जल के उद्घाटन में खर्च हो जाता है। उद्घाटन इतना हो सकता है कि विलयन को फिर गाढ़ा करने की आवश्यकता न पड़े। यदि संतृप्तक में उद्घाटन में विलयन का तल नीचा हो जाय तो पानी डालकर समी की पूर्ति कर लेते हैं।

अमोनियम सल्फेट

शुद्ध अमोनियम सल्फेट में २५.८ प्रतिशत के लगभग अमोनिया रहता है। व्यापार के सल्फेट में अमोनिया २५ से २५.५ प्रतिशत रहता है। अमोनियम सल्फेट में रंग नहीं रहना चाहिए। जल की मात्रा भी बड़ी अल्प और अम्ल तथा कार्बनिक पदार्थों से लवण सर्वथा मुक्त रहना चाहिए। अमोनियम लवण ऐसा होना चाहिए कि रखने पर पिंड न बने। जल की अधिक मात्रा के कारण ही पिंड बनता है। अम्ल की उपस्थिति से भी पिंड बनता है। पिरिडीन की उपस्थिति से भी पिंड बन सकता है। यदि अमोनियम सल्फेट को शुष्ककारक में सुखा लें तो जल की मात्रा ०.१५ प्रतिशत के लगभग रहती है। इतने जल से पिंड नहीं बनता। पिंड बनना रोकने के लिए उसमें जिप्सम भी मिलाते हैं।

अमोनियम सल्फेट में मुक्त अम्ल का रहना अच्छा नहीं है। अम्ल से पिंड ही नहीं बनता वरन् पात्र भी आक्रान्त होता है। अम्लता को अल्प अमोनिया-द्रव डालकर दूर कर सकते हैं।

अमोनियम सल्फेट के मणिभ का छोटा-छोटा रहना अच्छा होता है। इसे सरलता से अन्य खादों में मिला सकते हैं। ड्रिल द्वारा इस खाद को खेतों में भी सरलता से डाल सकते हैं। कुछ विशेष कार्यों के लिए बड़े-बड़े मणिभ अच्छे हो सकते हैं। संतृप्तक में अल्प काष्ठ-निष्कारण, पेक्टिन अथवा यूरिया डालने से बड़े-बड़े मणिभ प्राप्त हो सकते हैं। फेरस, मैंगनीज और कोबाल्ट लवणों की उपस्थिति में भी बड़े-बड़े मणिभ बनते हैं। फेरिक, क्रोमियम और अलुमिनियम लवणों की उपस्थिति में मणिभ छोटे-छोटे होते हैं।

गैस के पारित करने के स्थान में मार्जक द्वारा भी अमोनिया को निकाल सकते हैं। मार्जक बड़े-बड़े लगभग ३६ फुट ऊँचे १०.३ फुट व्यास तक के होते हैं। ऊपर से अमोनियम सल्फेट का विलयन जिसमें प्रायः ५ प्रतिशत मुक्त सल्फ्यूरिक अम्ल रहता है गिराया जाता है। नीचे से गैस प्रवेश कर ऊपर उठती है। विलयन पेंदे से निकाल कर मणिमीकरण टंकी में रखा जाता है। टंकी में सूक्ष्म मणिभ बनते हैं। ऊपर से प्रतिदिन प्रायः ५० टन तक सल्फेट गिराया जा सकता है। मणिमीकारक में रबर का आस्तर लगा रहता है। ऐसे एक संतृप्तक को विलपुटे (Wilputte) संतृप्तक कहते हैं। एक दूसरे संतृप्तक को कोपर्स (Koppers) संतृप्तक कहते हैं।

प्रत्यक्ष रीति

इस रीति में गैस के अमोनिया को अलकतरे में घुलाकर निकालते हैं। इससे

गैस का ताप इतना नीचा नहीं होता कि ओसांक तक पहुँच जाय। इससे भाप का संघनन नहीं होता पर गैस का बहुत कुछ अलकतरा संघनित हो जाता है। अब तप्त गैस को संतृप्तक में ले जाते हैं जहाँ सलप्यूरिक अम्ल के साथ अमोनिया अमोनियम सल्फेट बनता है। इसके बाद उपचार वही है जो अर्ध-अत्यक्ष रीति में होता है। संतृप्तक से निकलने पर गैस को अन्तिम शीतक में ठंडा करते हैं।

इस रीति में कुछ नुटियाँ हैं जिनसे इसका व्यवहार बहुत सीमित है। यहाँ संतृप्तक में अलकतरा भी निक्षिप्त होता है। सलप्यूरिक अम्ल के कारण अलकतरे में कुछ दोष भी आ जाता है। अलकतरे में सल्फेट भी रहता है। अमोनियम क्लोराइड पर सलप्यूरिक अम्ल की क्रिया से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मुक्त होकर संतृप्तक के सीस को आक्रान्त करता है।

एक नयी रीति

आजकल एक नयी रीति से अमोनियम सल्फेट बनता है। इस रीति में सलप्यूरिक अम्ल के स्थान में कैल्सियम सल्फेट से सल्फेट आता है। कैल्सियम सल्फेट के चूर्ण को पानी में आलम्बित कर गैस के संसर्ग में लाते हैं। यहाँ कैल्सियम सल्फेट, अमोनिया गैस, कार्बन डाइ-ऑक्साइड और जल के बीच क्रिया होकर अमोनियम सल्फेट और कैल्सियम कार्बोनेट बनते हैं।



समय-समय पर कैल्सियम कार्बोनेट को छानकर निकाल लेते हैं। स्वच्छ विलयन को गाढ़ा कर ठंडा करने से अमोनियम सल्फेट के मणिभ प्राप्त होते हैं। प्रायः इसी विधि से आज अमोनियम सल्फेट सिन्दरी के रासायनिक खाद के कारखाने में तैयार हो रहा है। इस विधि की विशेषता यह है कि इसके लिए गन्धक की आवश्यकता नहीं होती, कैल्सियम सल्फेट से ही गन्धक प्राप्त होता है। भारत में गन्धक का अभाव है और कैल्सियम सल्फेट का बाहुल्य है। इस विधि में सिन्दरी में कुछ सुधार हुआ है। अमोनिया गैस के स्थान में वहाँ अमोनियम कार्बोनेट का उपयोग होता है।

परोक्ष रीति

परोक्ष रीति में अमोनिया का हल्का द्रव प्राप्त होता है। इसके आसवन से सान्द्र द्रव अथवा सलप्यूरिक अम्ल की क्रिया से अमोनियम सल्फेट प्राप्त हो सकता है।

अमोनिया-द्रव

अमोनिया-द्रव में अमोनिया और अमोनियम लवण रहते हैं। अमोनियम लवण दो प्रकार के होते हैं। एक प्रकार के लवण ऐसे हैं कि उनके उवालने से अमोनिया निकलता है। ऐसे लवणों को 'मुक्त लवण' कहते हैं। अमोनियम सल्फाइड मुक्त लवण है।



दूसरे प्रकार के लवणों को 'स्थायी लवण' कहते हैं। ऐसे लवणों में अमोनियम सल्फेट और अमोनियम क्लोराइड हैं। इनके उवालने से अमोनिया नहीं निकलता। बने या अन्य किसी क्षार के साथ उवालने से अमोनिया निकलता है।

मुक्त लवण	स्थायी लवण
अमोनियम सल्फाइड	अमोनियम क्लोराइड
अमोनियम वाइ-सल्फाइड	अमोनियम सल्फेट
अमोनियम कार्बोनेट	अमोनियम थायोसल्फेट
अमोनियम वाइ-कार्बोनेट	अमोनियम थायोसायनेट
अमोनियम सायनाइड	अमोनियम फेरोसायनाइड
अमोनियम कार्बोनेट	

इनके सिवाय अमोनिया-द्रव में कुछ घुला और कुछ आलम्बित अलकतरा भी रहता है। बड़ी अल्प मात्रा में कुछ फीनोल, कुछ पिरिडीन क्षार, कुछ अम्ल और कुछ तेल रहते हैं।

अमोनिया भभका

भभके में अमोनिया-द्रव को आसुत करते हैं। आसुत होने के पूर्व द्रव को भाप के साथ उपचारित करते हैं। इससे मुक्त लवण विच्छेदित हो जाता है। फिर आसवन करते हैं। भभका ऐसा होता है कि प्रतिघंटा १०,००० गैलन द्रव का उपचार हो सके। यदि द्रव की मात्रा अधिक हो तो एक से अधिक भभका रह सकता है। कम से कम दो भभकों का रहना अच्छा है। जब एक भभका सफाई में रहे, तब दूसरा भभका काम करता रहे। भभके में नर-छिद्र होता है जिससे इकट्ठा हुआ लवण या अलकतरा जब चाहें तब निकाल सकें।

भभके से जो अमोनिया निकलता है उसमें भाप और कुछ अन्य योगिक मिले रहते हैं। उसका ताप ९५ और १००° से० के बीच रहता है। ठंडा कर ताप ८५°

से० कर लेते हैं। इससे भाप बहुत कुछ संघनित हो निकल जाती है। अमोनिया के सिवाय द्रव में कुछ घुला और कुछ आलम्बित अलकतरा भी रहता है। अल्प मात्रा में फीनोल, पिरिडीन क्षार, अम्ल और उदासीन तेल रहते हैं।

अमोनिया

अमोनिया-द्रव से भमके में आसवन से अमोनिया प्राप्त करते हैं। द्रव का उपचार पहले भाप से करते हैं। इससे मुक्त लवण से अमोनिया मुक्त होता है। फिर चूने के दूध के साथ उपचार से स्थायी लवणों से अमोनिया मुक्त करते हैं। आसवन से फिर अमोनिया प्राप्त करते हैं।

अमोनिया-भमका ऐसा होता है कि उममें प्रति घंटा १०,००० गैलन द्रव का आसवन हो सके। यदि इससे अधिक द्रव का आसवन करना हो तो एक से अधिक भमके रखते हैं। कम से कम दो भमकों का रहना तो जरूरी होता है ताकि यदि एक की सफाई हो तो दूसरा काम कर सके।

भमके से निकलने पर अमोनिया-गैस का ताप ९५ से १००° से० रहता है। इसे ठंडा कर ताप को नीचा कर ८५° से० पर लाने की आवश्यकता होती है। इससे भाप का अधिक अंश संघनित हो निकल जाता है।

चूने का दूध ऐसा होता है कि एक लिटर में चूने (CaO) की मात्रा ४० ग्राम रहती है। चूने के दूध को हाथ में अथवा यंत्रों से तैयार कर सकते हैं।

कहीं-कहीं आसवन के बाद अमोनिया-गैस को सीधे अम्ल में ले जाकर अमोनियम सल्फेट प्राप्त करते हैं। यह काम संतृप्तक (saturator) नामक उपकरण में होता है। यहाँ सल्फेट के छोटे-छोटे भण्डार बनते हैं। अमोनिया-गैस से सांद्र अमोनिया-द्रव भी प्राप्त कर सकते हैं। ऐसे द्रव में अपद्रव्य कम रहते हैं। बिलकुल शुद्ध अमोनिया भी प्राप्त हो सकता है।

अमोनिया गैस जब पानी में घुलती है तब उससे पर्याप्त मात्रा में ऊष्मा निकलती है। विलयन को इस कारण ठंडा करना पड़ता है। ऐसे विलयन में अमोनिया १५ से २५ प्रतिशत रहता है। अपद्रव्यों के कारण इसका रंग पीला या कपिल होता है।

शुद्ध और सांद्र अमोनिया-द्रव की प्राप्ति के लिए गैस को ठंडे जल में घुलाते हैं। संघनन और शीतन से, कार्बनिक विलायकों द्वारा धावन से और ठोम अवशोषकों के उपयोग से अपद्रव्य निकल जाता और शुद्ध अमोनिया द्रव प्राप्त होता है। अमोनिया गैस को इस्पात के अवशोषकों की पंक्तियों में ठंडा कर शुद्ध करते हैं।

अमोनिया निकाल लेने पर जो द्रव बच जाता है उसे नाली में फेंक देते हैं। पर नाली में फेंकने से बहकर वह नदी के जल में मिल सकता है। यह अच्छा नहीं है। यदि नदी का पानी पीने के लिए इस्तेमाल होता हो तो ऐसे पानी को विशेष सावधानी से क्लोरीन द्वारा सफाई की आवश्यकता पड़ेगी। पर यहाँ क्लोरीन फीनोल के साथ मिलकर क्लोरोफीनोल बन सकता है जिसमें तीव्र गंध और अरुचिकर स्वाद होता है। इस कारण ऐसे पानी को नदी में बहाने की निषेधाज्ञा है। ऐसे पानी को समुद्र में बहाना भी ठीक नहीं है, क्योंकि ऐसे पानी से समुद्र की मछलियों का स्वाद बदल जाता है।

इस द्रव में कैल्सियम क्लोराइड भी रह सकता है, जिससे जल की कठोरता बढ़ जाती है। ऐसा पानी घोंने और बायलर के लिए अच्छा नहीं है। घोंने में साबुन अधिक खर्च होगा और बायलर में लवण बँठ जायगा। ऐसे पानी से इस्पात का संक्षारण भी होता है। इससे जहाज का पैदा क्षतिग्रस्त हो सकता है।

ऐसे पानी को तापदीप्त कोक के बुझाने में इस्तेमाल कर सकते हैं। बुझाने पर भाप बनकर जल नष्ट हो सकता है, पर इसमें कुछ दोष है। कोक में कैल्सियम क्लोराइड आ जाता है। बुझाने के यान का भी संक्षारण हो सकता है। यदि ऐसे जल के अलकतरे को निकाल सकें तो द्रव से क्षति बहुत कुछ कम की जा सकती है।

अमोनिया-द्रव से फीनोल निकालना

अमोनिया-द्रव में कुछ फीनोल रहता है। फीनोल का रहना अच्छा नहीं है। अमोनिया-नाँस से भी फीनोल का निकालना जरूरी है। फीनोल के निकालने की तीन प्रमुख रीतियाँ हैं—

- (१) भाप द्वारा उद्घाटन से
- (२) कार्बनिक विलायक द्वारा निष्कर्ष से
- (३) किसी ठोस पदार्थ द्वारा अवशोषण से

साधारणतया पहली दो रीतियाँ ही प्रयुक्त होती हैं।

भाप की उष्ण अमोनिया-द्रव में पहले ले जाते हैं। फीनोल को लेकर भाप वहाँ से निकलती है। भाप को फिर कास्टिक सोडा के विलयन में ले जाते हैं। कास्टिक सोडा फीनोल का अवशोषण कर लेता है।

फीनोल निकालने का काम एक मीनार में होता है। मीनार में लकड़ी का टट्टर भरा रहता है। टट्टर पर द्रव ऊपर से गिरता है। नीचे से भाप प्रवेश करती है। द्रव से फीनोल को लेकर भाप निकलकर दूसरे मीनार में जाती है। पहले मीनार का ताप लगभग 100° से० रहता है। मीनार से फीनोल वाली भाप ऊपर से निकलकर

हमारे मीनार के पेंदे में प्रवेश करती हैं। इस मीनार में इस्पात का सरादन भरा रहता है। उस पर कास्टिक सोडा का १० प्रतिशत विलयन समय-समय पर ऊपर से गिराया जाता है। यह सावधानी रखनी चाहिए कि कास्टिक सोडा का विलयन पर्याप्त मात्रा में रहे ताकि फीनोल का अवशोषण पूर्णतया होता रहे।

इस रीति से अमोनिया-द्रव का ९० से ९५ प्रतिशत फीनोल निकाला जा सकता है। यहाँ कास्टिक सोडा का ३० से ५० प्रतिशत सोडियम फीनेट बनता है। विशेष परिस्थितियों में ७० प्रतिशत तक सोडा फीनेट में परिणत हो सकता है। हल्के तेल के घोलों में इस सोडियम फीनेट का व्यवहार हो सकता है।

निष्कर्ष द्वारा निकालना

इस रीति में एक विलायक की जरूरत पड़ती है। विलायक ऐसा होना चाहिए जो सस्ता हो, फीनोल को आसानी से घुला सके, अमोनिया-द्रव में स्वयं घुले नहीं, उसका घनत्व अमोनिया-द्रव के घनत्व से भिन्न हो ताकि विभिन्न मुस्ता के कारण उसे सरलता से वृक्ष किया जा सके, फीनोल को विलायक से सरलता से निकाला जा सके। अच्छे विलायक के सब गुण बेंजीन या हल्के तेल में विद्यमान हैं। इस कारण ये ही विलायक के रूप में प्रयुक्त होते हैं।

बेंजीन-फीनोल विलयन से फीनोल निकालने के जो संयन्त्र बने हैं उनके दो भाग होते हैं। एक भाग में फीनोल सोडियम फीनेट बनता है। दूसरे भाग में सोडियम फीनेट में फीनोल निकाला जाता है।

बेंजीन-फीनोल विलयन का कास्टिक सोडा के उपचार में सोडियम फीनेट बनता है।



सोडियम फीनेट पर सल्फ्यूरिक अम्ल अथवा कार्बन डाइ-आक्साइड अथवा सोडियम बाइ-कार्बोनेट की क्रिया से फीनोल मुक्त होकर तेल के रूप में ऊपर इकट्ठा होता है और निकाल लिया जाता है।



कार्बन डाइ-आक्साइड के लिए वातमंडल से निकली गैस का उपयोग हो सकता है, क्योंकि इस गैस में पर्याप्त मात्रा में कार्बन डाइ-आक्साइड रहता है।

अमोनिया-नैस से निकले फीनोल का विशिष्ट भार 1.05 रहता है। इसमें 50 से 60 प्रतिशत फीनोल रहता है। फीनोल के अतिरिक्त अर्थो-क्रीसोल 10 से 13 प्रतिशत, मीटा-क्रीसोल 3 से 9 प्रतिशत, पारा-क्रीसोल 9 से 11 प्रतिशत और पानी 2 से 12 प्रतिशत रहता है।

कहीं-कहीं बेन्जीन का आसवन कर फीनोल को पृथक् करते हैं। ऐसा फीनोल बहुत अशुद्ध होता है। उसमें अलकतरा मिला रहता है।

जर्मनी में एक दूसरे द्रव का उपयोग होता है। इस द्रव को "ट्राइक्रेसील फास्फेट" या केवल "ट्राइफौस" कहते हैं। इस द्रव का विशिष्टभार 1.12 है और 10 मि० मी० दबाव पर 260 से 265° से० पर उबलता है। इस द्रव की अवशोषण-क्षमता बेन्जीन से ऊँची है। अतः छोटे मीनार से भी यहाँ काम चल जाता है। अमोनिया-द्रव के 2 से 10 प्रतिशत फास्फेट से काम चल जाता है। फास्फेट के विशिष्टभार के ऊँचा होने से अमोनिया-द्रव नीचे से प्रविष्ट होता और फास्फेट ऊपर से गिरता है।

ट्राइक्रेसील फास्फेट के विलयन के शून्य में आसवन से फीनोल प्राप्त होता है। वायुमण्डल के दबाव पर केवल 33 प्रतिशत फीनोल प्राप्त होता है। फीनोल के प्राप्त करने में यहाँ कास्टिक सोडा का उपयोग नहीं हो सकता क्योंकि कास्टिक सोडा से धास (इमलशन) बनता है। इस रीति से प्राप्त अलकतरा-अम्ल उत्कृष्ट कोटि का होता है।

अनेक बार के उपयोग के बाद ट्राइक्रेसील फास्फेट की सक्रियता बहुत कुछ नष्ट हो जाती है। उसके पुनर्जीवित करने की जरूरत पड़ती है। सांद्र, सलप्यूरिक अम्ल और भाप के उपचार और पीछे घूना से निराकरण करने के बाद केन्द्रापसारण से ट्राइक्रेसील फास्फेट पुनर्जीवित हो जाता है। इस क्रिया में ट्राइक्रेसील फास्फेट की क्षति बड़ी अल्प होती है। प्रति लिटर केवल 0.05 से 0.06 ग्राम होती है। ट्राइक्रेसील फास्फेट बेन्जीन से महंगा बिकता है पर यह कम वाष्पशील और कम दाह्य होता है।

सक्रियित कार्बन से फीनोल निकालना

सक्रियित कार्बन से भी फीनोल निकाला जा सकता है। इसके लिए अमोनिया-द्रव से पहले आलम्बित अलकतरा वाले पदार्थों को निकालते हैं। फिर फीनोल को सक्रियित कार्बन से अवशोषित कराते हैं। अवशोषित कार्बन से फिर बेन्जीन द्वारा फीनोल का निष्कर्ष निकालते हैं। फिर बेन्जीन के विलयन से आसवन द्वारा फीनोल प्राप्त करते हैं।

इस काम के लिए ३ से ४ अवशोषक रखे जाते हैं। इनमें सक्रियित कार्बन भरे रहते हैं। एक अवशोषक में कार्बन द्वारा फीनोल का अवशोषण होता है। दूसरे अवशोषक में कार्बन से बेंजीन द्वारा फीनोल निकाल लेते हैं। तीसरे अवशोषक में बेंजीन पर भाप देकर बेंजीन को निकाल लेते हैं। चौथा अवशोषक सक्रियित कार्बन से तैयार रखते हैं और ज्यों ही पहला अवशोषक फीनोल से संतृप्त हो जाता है, उसे निकालकर चौथा उसके स्थान पर रख देते हैं ताकि अवशोषण-चक्र बराबर चलता रहे।

सक्रियित कार्बन से अवशोषण के पूर्व अमोनिया-द्रव से आलम्बित अपद्रव्यों को निकाल डालना इसलिए आवश्यक होता है कि यदि ऐसा न किया जाय तो कार्बन के छेद अपद्रव्यों से भरकर उसे निष्क्रिय बना सकते हैं। इसके लिए द्रव को छानना पड़ता है। छानने के लिए छानने में कोक, इस्पात का खराबन, अथवा अन्य कोई छेदवाला पदार्थ रख सकते हैं। द्रव को यदि एक बार और अलकतरे द्वारा पारित करें तो उसका सारा अलकतरा निकल जाता है। कार्बन को सक्रियित रखने के लिए समय-समय पर उसे बेंजीन से धोने की आवश्यकता पड़ती है।

कुछ समय के बाद कार्बन निकम्मा हो जाता है। तब उसके स्थान में दूसरा कार्बन इस्तेमाल करना चाहिये। प्रति टन फीनोल के लिए ३० से ४० पाउण्ड कार्बन लगता है।

अमोनिया को अमोनियम सल्फेट के स्थान में अमोनियम क्लोराइड और अमोनियम वाइ-कार्बोनेट के रूप में भी प्राप्त कर सकते हैं। इससे लाभ यह है कि गन्धक को बचत होती है। जहाँ तक खाद का सम्बन्ध है इन विभिन्न लवणों के प्रभाव में कोई विशेष अन्तर नहीं पड़ता। अमोनियम वाइ-कार्बोनेट वाष्पशील होता है। इसके उड़ जाने की संभावना रहती है। विशेष यत्न से कुछ सीमा तक यह रोक जा सकता है।

पिरिडीन

अमोनिया-द्रव में कुछ पिरिडीन-क्षार रहते हैं। ये पिरिडीन-क्षार पिरिडीन और अनेक मेथिल पिरिडीन यौगिक हैं। पिरिडीन के सिवाय कुछ एनिलीन भी रहता है। पिरिडीन के अनेक उपयोग हैं। सबसे अधिक उपयोग इसका मेथिलेटेड स्प्रिट के तैयार करने में होता है। इसके डालने से अल्कोहल अपेय हो जाता है।

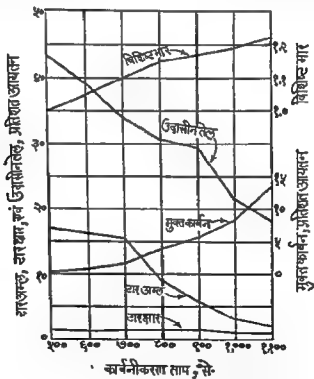
पिरिडीन-क्षार दुर्बल क्षार है। अमोनिया से भी दुर्बल। अम्लों, विशेषतः सल्फ्यूरिक अम्ल, से पिरिडीन लवण, पिरिडीन सल्फेट बनता है।

अमोनिया-द्रव से पिरिडीन निकालने के अनेक संयन्त्र बने हैं। इन्हीं संयन्त्रों में व्यापार का पिरिडीन तैयार होता है।

अट्‌ठाईसवाँ अध्याय

अलकतरा

अलकतरे की परिभाषा देना सरल नहीं है। भिन्न-भिन्न लोगों ने भिन्न-भिन्न परिभाषाएँ दी हैं। रोजर की परिभाषा यह है—“अलकतरा उस पदार्थ को कहते हैं जो काला दुर्गन्ध वाला तैल सा मिश्रण है। कोयले के भजक आसवन में जो गैस बनती



चित्र ६०—कार्बनीकरण ताप और अलकतरा

है उसमें यह पृथक् होता है।” मार्टिन की परिभाषा यह है—“अलकतरा गाढ़ा काला दुर्गन्ध वाला द्रव है जिसका विशिष्टभार १.१ से १.२ होता है और जो गैस निर्माण

में द्रवचालित प्रणाल, संघनित्र और माजक में इकट्ठा होता है। कठोर कोक के निर्माण में कोक के चूल्हे से भी यह प्राप्त होता है।”

अलकतरे का रंग एक सा नहीं होता। कोई कपिल वर्ण का, कोई हलका काला और कोई गाढ़ा काला होता है। सामान्य ताप पर अलकतरा कुछ श्यान होता है। विशिष्टभार साधारणतया पानी से ऊँचा होता है। विभिन्न ताप पर बने अलकतरे का विशिष्टभार विभिन्न होता है। विशिष्टभार का परिवर्तन पिछले वक्र से स्पष्ट हो जाता है।

अलकतरा कार्बनिक यौगिकों का बहुत पेचीला मिश्रण है। इसमें हलके तेल से लेकर पेचीले पिच तक रहते हैं। अलकतरे में कुछ ठोस पदार्थ भी विलिप्त (dispersed) रहते हैं। ऐसे विलिप्त पदार्थों में अधिकांश कलिल (Colloid) रहते हैं पर कुछ स्पूल कण भी रहते हैं। ये स्पूल कण सम्भवतः रीसों के द्वारा भस्मके में ले जाये जाते हैं। कलिल पदार्थों में पेचीले उच्च अणुभारवाले हाइड्रोकार्बन होते हैं। अलकतरे में कुछ ऐसा पदार्थ भी रहता है जो बेंजोल में घुलता नहीं है। इसे साधारणतया 'मुक्त कार्बन' कहते हैं। अलकतरे में अल्प मात्रा में जल और उससे भी अल्प मात्रा में खनिज पदार्थ रहते हैं।

अलकतरे का संघटन दो बातों पर निर्भर करता है। एक कोयले के कार्बनीकरण के ताप पर और दूसरा कोयले की प्रकृति पर। विभिन्न कोयलों से प्राप्त अलकतरा एक-सा नहीं होता, यद्यपि देखने में भले ही वह एक-सा देख पड़ता हो। अलकतरे के संघटन पर सबसे अधिक प्रभाव कार्बनीकरण के ताप का पड़ता है।

नीचे ताप (४५०° और ७००° से० के बीच) के कार्बनीकरण से जो अलकतरा प्राप्त होता है वह उतने महत्व का नहीं होता। यदि कोयला उत्कृष्ट कोटि का हो तो प्रति टन कोयले से १५ से ३० गैलन अलकतरा प्राप्त हो सकता है। विटुमिनी कोयले से प्राप्त अलकतरे का रंग धुंधला, कपिल वर्ण का होता है। यदि इसे पतले स्तर में देखा जाय तो रंग लाल या नारंगी भी देख पड़ता है। सामान्य ताप पर यह अलकतरा सरलता से बहनेवाला और कम श्यान होता है। इसका विशिष्ट भार भी नीचा होता है। ऐसे अलकतरे के अन्य गुण इस प्रकार के होते हैं—

घनत्व १५.५° से० पर	०.९५-१.१२
श्यानता (एङ्गलर), १०० सी०सी० के लिए सेकंड	२५-५०
वैजिन में विलेयता	प्रतिशत ०-७
स्यायी कार्बन	५-१५
राश	०-१.५
अलकतरा-अम्ल	१०-३०

अलकतरे के आसवन से विभिन्न ताप पर प्रभाजक इस प्रकार प्राप्त होते हैं—

अलकतरे का घनत्व $1.4 \cdot 5^{\circ}$ से० पर

१.०३

प्रतिशत शुष्क अलकतरे का

आमुत 200° से० तक

९ प्रतिशत

“ $200-230^{\circ}$ से० तक

१६ “

“ $230-270^{\circ}$ से० तक

१३९ “

“ $270-300^{\circ}$ से० तक

९ “

“ 300° —मध्यम पिच

१८ “

मध्यम पिच

३५ “

अपरिष्कृत अलकतरा-अम्ल ($200-270^{\circ}$ प्रमाण) $1-10$ (शुष्क अलकतरे का)

नैपयलीन

$200-270^{\circ}$ प्रमाण

शून्य

मुक्त कार्बन

१ प्रतिशत

निम्न ताप कार्बनीकरण के अलकतरे में पेरैफिन, नैपयलीन, एल्कीलेटेड सीरमिक यौगिक, क्रीसोल, जिलेनोल और उच्चतर फीनोल रहते हैं। अलकतरा-अम्लों की मात्रा इसमें सबसे अधिक रहती है, जैसे वक्र से मालूम होता है; यद्यपि फीनोल की मात्रा अपेक्षा कम रहती है। हल्के तेल में पेरैफिन और नैपयलीन की मात्रा अधिक रहती है। सीरमिक यौगिकों की मात्रा अपेक्षा कम रहती है। इस अलकतरे का भी आसवन होता है। इससे विभिन्न प्रमाण और पिच प्राप्त होते हैं। इसके अम्लों से प्लास्टिक तैयार हो सकता है। इसका व्यवहार कृमिनाशक के लिए भी होता है। क्रिओसोट, अलकतरा (सड़क निर्माण के लिए) और पिच (छत के निर्माण के लिए) भी इससे प्राप्त होते हैं। यह अलकतरा अभी अधिक मात्रा में प्राप्य नहीं है क्योंकि निम्न ताप कार्बनीकरण उतना प्रचलित नहीं है। कुछ इने गिने देशों में ही कुछ कारखाने ऐसा अलकतरा प्राप्त करते हैं। भारत में भी एक समय इसकी चेष्टाएँ हुई थी पर उस समय उनमें सफलता नहीं मिली।

उच्च ताप कार्बनीकरण से जो अलकतरा प्राप्त होता है उससे विभिन्न अंश इस प्रकार प्राप्त होते हैं—

हल्का तेल	200 से० तक	शुष्क अलकतरे का 5° प्रतिशत
मध्य तेल	$200-250^{\circ}$ से० तक	“ 17.0 “
भारी तेल	$250-300^{\circ}$ से० तक	“ 7.0 “
अर्ध सीन तेल	$300-350^{\circ}$ से० तक	“ 9.0 “
पिच	—	“ 62 “
		“ 100 “

हलके तेल में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

वैजीन	शुष्क अलकतरे का	०.१ प्रतिशत
टोल्विन	"	०.२ "
आइलीन	"	१.० "
भारी विलायक नपया	"	१.५ "

मध्य तेल में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

अलकतरा-अम्ल (फोनोल, फीसोल, ज़ोले- नील, उच्चतर अम्ल अलकतरा-क्षार (पिरिडोन, भारी क्षार) नैपयलीन अन्य पदार्थ	शुष्क अलकतरे का २.५ प्रतिशत	
	२.० "	
	१०.९ "	
	१.० "	

भारी तेल में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

मेथिल नैपयलीन	शुष्क अलकतरे का २.५ प्रतिशत	
डाइमेथिल नैपयलीन	" ३.४ "	
एसीनैफरीन	" १.४ "	
अन्य पदार्थ	" १.० "	

अण्डोसीन तेल में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

फलोरीन	शुष्क अलकतरे का १.६ प्रतिशत	
फिनान्थ्रीन	" ४.० "	
अण्डोसीन	" १.१ "	
कार्बोज़ोल	" १.१ "	
अन्य पदार्थ	" १.२ "	

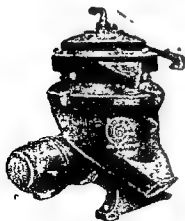
पिच में निम्नलिखित पदार्थ रहते हैं।

गैस	घुष्क अलकतरे का २.०	प्रतिशत
भारी तेल	" २१.८	"
लाल मोम	" ७.०	"
कार्बन	" ३२.०	"

अलकतरे से पानी निकालना

अलकतरे में पानी न रहना चाहिए। पानी के रहने से अलकतरे के परिवहन में पानी के परिवहन का अनावश्यक ही खर्च पड़ता है। ऐसे अलकतरे के आसवन पर क्षण बहुत बनकर कठिनाता उत्पन्न कर सकता है। आसवन के समय पानी उबालने में अनावश्यक खर्च भी पड़ता है। अलकतरे के पानी में अमोनियम क्लोराइड घुला रह सकता है। अमोनियम क्लोराइड आसवन-पात्र और संघनित्र को क्षति पहुँचा सकता है। दो प्रतिशत तक पानी सह्य है। इससे अधिक पानी का रहना ठीक नहीं है।

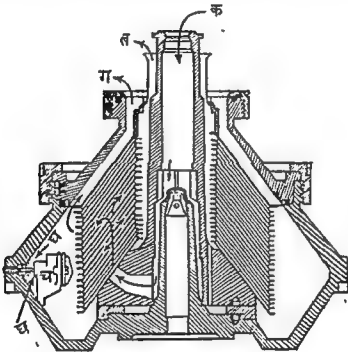
पानी का पर्याप्त अंश अलकतरे को नियारक या टंकी में कुछ समय तक रखने से नीचे बैठकर निकल जाता है। ऐसी टंकी को भाप से गरम करने का भी प्रवन्ध रहता है। पर साधारणतया भाप के प्रवाह से ही अलकतरे से पानी निकाला जाता है।



अलकतरे से पानी निकालने के अनेक संयन्त्र बने हैं। ऐसे संयन्त्रों में टंकियाँ रहती हैं जिनमें भाप की कुंडलियाँ लगी रहती हैं। दिनलीवाली कुंडलियों से भी पानी निकाला जा सकता है। एक नली में अलकतरा पम्प किया जाता है और दोनों नलियों के बीच के बलयाकार स्थान में भाप का प्रवाह चलता है। केन्द्रापसारण क्रिया से भी पानी निकाला जा सकता है।

पानी निकालने का एक छोटा सा चित्र ६१—शार्प्लेस ऑटोजेक्टर संयन्त्र शार्प्लेस ऑटोजेक्टर (Sharples Autojector) है। ऐसे संयन्त्र द्वारा १० प्रतिशत पानीवाले और १६ प्रतिशत

मुक्त कार्बनवाले अलकतरे से पानी निकाला जा सकता है। इसमें प्रति घंटा ८०० गैलन तक अलकतरे से पानी निकाला जा सकता है। संयन्त्र का ताप ९० से ९५° से० रहता है। इस प्रकार पानी निकले अलकतरे में दो प्रतिशत से अधिक पानी नहीं रहता। ऐसे ओटोजेक्टर के अनुप्रस्य काट (cross section) का चित्र यहाँ दिया हुआ है। यहाँ 'क' मार्ग से अलकतरा अविराम प्रविष्ट होता है। 'ख' मार्ग



चित्र ६२—शार्पलस ओटोजेक्टर का अनुप्रस्य काट

से जल बराबर निकलता रहता है। बिना जलवाला अलकतरा 'ग' मार्ग से बराबर निकलता रहता है। 'घ' स्थान पर तलछट (sediment) बैठता है। जब तलछट की मात्रा पर्याप्त हो जाती है, तब उत्प्लावन वाल्व का प्रवेश 'छ' पूर्णतया टक जाय, तब वाल्व 'च' आप में आप खुल जाता और तलछट निकल जाता है।

अलकतरे का आसवन

अलकतरे के आसवन से अनेक उत्पाद प्राप्त होते हैं। इनमें कुछ तो मृद होते हैं और कुछ मिश्रण। शुद्ध पदार्थों में बेजोन, टोल्विन और नैपथलीन होने हैं और मिश्रणों में क्रिओमोट और विभिन्न प्रकार के पिच।

पिच

आसवन के उत्पादों में पिच की मात्रा सबसे अधिक रहती है। पिच के उपयोग अनेक हैं। कठोर पिच को पीसकर चूर्ण बनाकर जलावन में प्रयुक्त करते हैं। कोमल पिच से सड़के बनती हैं। छत के निर्माण में भी पिच का उपयोग होता है। काले रंग की वार्निश में पिच लगता है। कोयले की धूलों को पिच से बाँधकर इष्टका तैयार करते हैं। पत्थरों और डोलोमाइट के बनाने में भी पिच लगता है।

अलकतरे के आसवन पर आसवन पात्र में जो अंश बच जाता है उसे पिच कहते हैं। अलकतरे का प्रायः ५० से ५५ प्रतिशत अंश पिच के रूप में प्राप्त होता है। पिच कोमल हो सकता है अथवा कठोर। कम समय तक आसवन से कोमल पिच प्राप्त होता है और अधिक काल तक आसवन से कठोर पिच। कोमल पिच में कार्बन ९१.८ प्रतिशत और हाइड्रोजन ४.६ प्रतिशत रहता है जब कि कठोर पिच में कार्बन ९३.२ प्रतिशत और हाइड्रोजन ४.४ प्रतिशत रहता है।

पिच में प्रधानतया महीन कोयला या कोक रहता है पर २० से ३० प्रतिशत असंतृप्त हाइड्रोकार्बन भी रहते हैं। इन हाइड्रोकार्बनों के कारण ही पिच की विभिन्न उपयोगिताएँ हैं। पिच के भंजक आसवन से पिच कोक प्राप्त होता है। पिच कोक के प्राप्त करने में उसी प्रकार के चूल्हे इस्तेमाल होते हैं जैसे चूल्हे कोयले से कोका बनाने में प्रयुक्त होते हैं।

पिच किसी निश्चित ताप पर नहीं पिघलता। यह २७° से० के ऊपर कोमल होता है। धीरे-धीरे कोमल होकर यह द्रव हो जाता है। पिच पर पानी और मौसम का बहुत अल्प प्रभाव पड़ता है। इसी से पानी के प्रभाव को यह रोक सकता है। पानी इसमें प्रवेश नहीं करता। पिच के आसवन में पर्याप्त गैसें बनती हैं। ऐसी गैसों में प्रधानतया हाइड्रोकार्बन रहते हैं। कुछ भारी तेल भी इससे प्राप्त होता है। पिच कोक में लगभग ९८ प्रतिशत स्थायी कार्बन, ०.५ प्रतिशत राख, ०.२५ प्रतिशत गन्धक और एक प्रतिशत वाष्पशील अंश रहते हैं। प्रायः शुद्ध कार्बन के कारण एलेक्ट्रोड और उच्च कोटि की डलाई के लिए साचे के बनाने में यह इस्तेमाल होता है।

अति कोमल पिच २७° से० के लगभग कोमल होता है। पेण्ट और संरक्षक लेपन में यह प्रयुक्त होता है। सामान्य कोमल पिच २७ से ४९° से० के बीच पिघलता है। सड़के के निर्माण में, पत्थरों के बाँधने में और जलरोधी (water proof) वस्त्रों के निर्माण में यह प्रयुक्त होता है। मध्य पिच ४९ से ७१° से० पर पिघलता है। यह

गचों के निर्माण, वांघने के काम में और पेण्ट में प्रयुक्त होता है। कठोर पिच ७१ से १००° से० पर पिघलता है। इष्टका और ईंधन में यह इस्तेमाल होता है। अति कठोर पिच १००° से० के ऊपर पिघलता है। लोहे और इस्पात की ढलाई में किनारों के वांघने, सांचों के लेपन, एलेक्ट्रोड आदि में यह इस्तेमाल होता है।

क्रिओसोट तेल

अलकतरे से जो तेल २३०-२७०° से० पर आमुत होता है उसे 'क्रिओसोट तेल' अथवा 'मृत तेल' (dead oil) कहते हैं। अलकतरे का प्रायः १० प्रतिशत यह तेल रहता है। इस तेल में कई यौगिक मिश्रित रहते हैं। ऐसे यौगिकों में नैफ्यन्थीन, डाइनैपयलीन, मेथिल नैफ्यलीन, ज़ोलेनोल, नैफ्योल और पॅरेफिन हैं। इन सब यौगिकों की संयुक्त क्रिया पर क्रिओसोट की विघटन-सम्बन्धी क्रिया निर्भर करती है।

क्रिओसोट का प्रमुख उपयोग काष्ठ के संरक्षण में है। रेल की काठ की पटरियाँ और तार तथा टेलिफोन के काठ के खम्भे इसी के लेपन से संरक्षित रहते हैं।

क्रिओसोट के उपयोग में निम्नलिखित लाभ हैं—

(१) काठ के विनाश करनेवाले कीड़ों और कवकों के लिए यह बहुत विषैला होता है।

(२) जल में यह अपेक्षया अविलेय होता है।

(३) काठों पर इसे सरलता से लेप सकते हैं।

(४) काठ के बहुत निचले तल तक यह प्रविष्ट होता और उसका ज्ञान सरलता से हो जाता है।

(५) धातुओं का यह संक्षरण नहीं करता।

(६) मनुष्यों के लिए यह विषैला नहीं होता।

(७) यह सस्ता होता है और सरलता से प्राप्य है।

काठ के संरक्षण के लिए जो क्रिओसोट तेल इस्तेमाल होता है उसका विशिष्ट गुण इस प्रकार का रहना चाहिए—

(१) क्रिओसोट तेल कोयला-जैस अथवा कोक-चूल्हे से प्राप्त अलकतरे का होना चाहिए;

(२) क्रिओसोट तेल में जल की मात्रा तीन प्रतिशत से अधिक नहीं रहनी चाहिए;

(३) बेंजीन में अविलेय अंश ०.५ प्रतिशत से अधिक नहीं रहना चाहिए;

(४) ३८° से० पर क्रिओसोट तेल का विशिष्ट भार १.०३ से कम नहीं रहना चाहिए;

(५) क्रिओसोट तेल २१०° से० तक ५ प्रतिशत से अधिक नहीं और २३५° से० तक २५ प्रतिशत से अधिक आसुत नहीं होना चाहिए;

(६) क्रिओसोट तेल से २ प्रतिशत से अधिक कोक नहीं प्राप्त होना चाहिए; उपर्युक्त गुणों का निर्धारण उन्हीं रीतियों से होना चाहिए जिन रीतियों से अमेरिकी काष्ठ-संरक्षण संघ ने किया है। उपर्युक्त गुणों के कारण क्रिओसोट इतना पतला होता है कि वह सरलता से काठ में प्रवेश कर सके। इतना अधिक वाष्पशील नहीं होता कि सीधे से उड़ जाय। उसमें ऐसा कोई पदार्थ न रहना चाहिए कि वह काष्ठ में प्रवेश न करे। क्रिओसोट तेल वस्तुतः एक-से गुण का रहना चाहिए।

अंधेसीन तेल

अलकतरे का जो अंश ३०० से ३६०° से० पर आसुत होता है उसे 'अंधेसीन तेल' कहते हैं। अंधेसीन तेल का बबलनांक २७०-४००° से० होता है। इसका विशिष्ट भार १.१० होता है। अंधेसीन तेल की मात्रा अलकतरे में १२ से १७ प्रतिशत रहती है। अंधेसीन के अतिरिक्त तेल में फिनान्थ्रीन और कार्बेजोल भी रहते हैं।

इस प्रमाण के ठंडा करने से अंधेसीन के मणिम पिंड के रूप में निकल आते हैं। केन्द्रापसरण, प्रेस में छानने अथवा अन्य रीतियों से पिंड को मातृ-द्रव से अलग करते हैं। ऐसे अपरिष्कृत पिंड में अंधेसीन की मात्रा ५ से ३५ प्रतिशत रह सकती है। कार्बेजोल की मात्रा २ से २० प्रतिशत रहती है।

किसी उपयुक्त विलायक द्वारा निष्कर्षण और मणिभीकरण से अंधेसीन की मात्रा बढ़ायी जा सकती है। विलायक के लिए पिरिडीन या अन्य पिरिडीन क्षार और विलायक नफ्था का उपयोग हुआ है। पिरिडीन द्वारा मणिभीकरण से ८० से ९० प्रतिशत शुद्धता का अंधेसीन प्राप्त हो सकता है। पिरिडीन की मात्रा बढ़ाने के लिए बारी-बारी से पिरिडीन और विलायक नफ्था दोनों का उपयोग हुआ है। विलायक नफ्था से घोलने पर अंधेसीन के अपद्रव्य बहुत कुछ निकल जाते हैं।

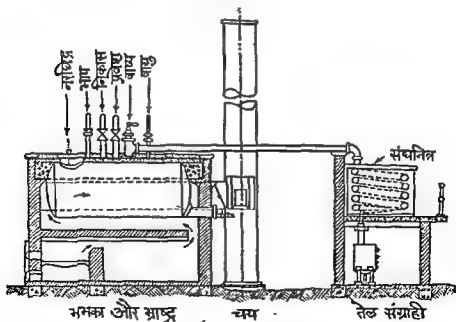
विलायक नफ्था द्वारा अंधेसीन के निकाल लेने पर जो मातृ-द्रव प्राप्त होता है वह पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड अथवा पोटैसियम कार्बोनेट के विलयन के उपचार से कार्बेजोल अविलेय पोटैसियम लवण बनकर केन्द्रापसरण से पृथक् हो जाता है। पोटैसियम लवण के जल के साथ उबालने से लवण विघटित होकर कार्बेजोल प्रदान करता है।

अंध्रेसीन और कार्बोजोल के निकाल लेने पर जो मातृ-द्रव बच जाता है उससे फिनान्थ्रीन निकाला जाता है। फिनान्थ्रीन की मात्रा अपेक्षया कम रहती है। बड़ी अल्प मात्रा में इसमें मेथिल-अंध्रासीन, डाइफेनील, नैफ्थलीन, पाइरीन, रीटीन भी रहते हैं। इनका पृथक् करना कुछ कठिन होता है। जलचालित प्रेस में २००-३०० वायुमण्डल के दबाव पर भाप से गरम करने पर फिनान्थ्रीन और नैफ्थलीन पिघलकर निकल जाते हैं।

इन मींगियों में अंध्रेसीन सबसे अधिक महत्त्व का है। यह २१३° से० पर पिघलता है। अंध्रेसीन को अंध्रेक्विनोन में परिणत करते हैं। अंध्रेक्विनोन का उपयोग अनेक रंगों के निर्माण, विशेषतः एलिजरीन के निर्माण में होता है। कार्बोजोल से भी रंग बनते हैं। हाइड्रोन ब्लू (hydron blue) कार्बोजोल से बनता है।

अलकतरे का आसवन

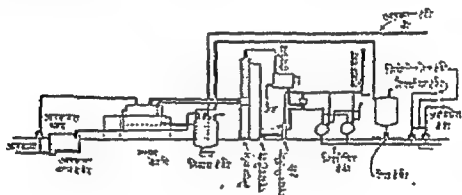
अलकतरे का आसवन थोक में हो सकता है अथवा अविराम भमके में। पहले-पहल जो भमके इसके लिए इस्तेमाल होते थे वे ऊर्ध्वावार बेलनाकार पात्र होते थे।



चित्र ६३—बैच अलकतरा-भमका

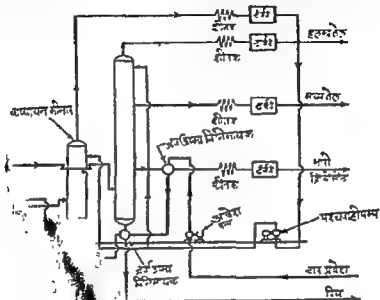
उनके पेंदे अवतल होते थे ताकि तापन-तल का क्षेत्र अधिक से अधिक रहे। ऐसे भमके अब भी ग्रेट ब्रिटेन और अन्य यूरोपीय देशों में प्रयुक्त होते हैं। ये भमके कोयले अथवा

उत्पादक गैस जलाकर गरम किये जाते थे। पर अमेरिका में जो भमके आज प्रचुर होते हैं वे भिन्न विस्म के क्षैतिज होते हैं। भमके कोयले, तेल या गैस को जलाकर गरम किये जाते हैं। भमके के मध्य भाग के ऊपरी हिस्से में वाष्प निकलकर गंधनित्र में ठंडे जल से ठंडा होता है। गंधनित्र के सामे संग्राही भी जुड़ा रहता है। संग्राही से निकलकर आगुन टंकी में इकट्ठा होता है। जब आवश्यक गुण का पिच प्राप्त हो जाता है तब आगवन बन्द कर पिच को बहाकर पम्प द्वारा निकालकर पिच-शीतर में निकाल दिया जाता है। पिच-शीतर एक क्षैतिज टकी होता है। पिच का ताप जब 120° से 140° से० के बीच गिर जाता है तब उसे पीले (barrel) में अथवा तले (bin) में इकट्ठा करते हैं।



चित्र ६४—पिच अत्यन्त-गहिरा का बहाव देतापित्र

फर लेना चाहिए। जल्द आसवन के लिए भगके के अन्दर कुछ बाहिनी (flues) होती हैं जिनसे तापन-तल बढ़कर आसवन में शीघ्रता होती है। आसवन में और भी शीघ्रता हो सकती है यदि अलकतरे को भाप, वायु अथवा गैस से प्रदूषित किया जाय। प्रति मिनट प्रति गैलन में लगभग ०.११ घनफुट भाप पारित करते हैं। इतनी कम



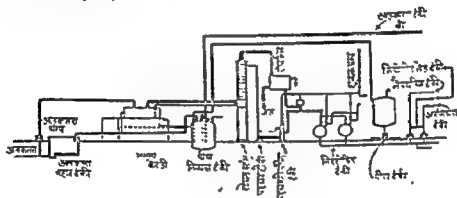
१. अविराम अलक्षित-भमका

प को धारित करना है तो उनके लिए
 के ताप को नीचा रखने के लिए निर्वात
 की प्रकृति में कुछ अन्तर हो जाता है।

ज्ञानुमार कोमल अथवा कठोर पिच
 तेजाला पिच, गच्च बनानेवाला पिच,
 सांघनेवाला पिच, विद्युद्रुद्र बनाने
 मित्र-मित्र शोक से मित्र-मित्र

हैं वे अविराम किस्म के होते
नहीं ऐसे होते हैं कि विभिन्न

उत्पादन गैस जलाकर गरम किये जाते थे। पर अमेरिका में जो भमके आज प्रयुक्त होते हैं वे भिन्न विस्म के शीतज होते हैं। भमके कोयले, तेल या गैस को जलाकर गरम किये जाते हैं। भमके के मध्य भाग के ऊपरी हिस्से में वाष्प निकालकर संपन्नित में ठंडे जल से ठंडा होता है। संपन्नित के साथ संप्राही भी जुड़ा रहता है। संप्राही से निकलकर आमुन टंकी में इकट्ठा होता है। जब आवश्यक गुण का पिच प्राप्त हो जाता है तब आसवन बन्द कर पिच को बहाकर पम्प द्वारा निकालकर पिच-शीतक में निकाल दिया जाता है। पिच-शीतक एक शीतज टंकी होता है। पिच का ताप जब 120 से 150° से० के बीच गिर जाता है तब उसे बॉने (barrel) में अथवा बत्ते (bin) में इकट्ठा करते हैं।

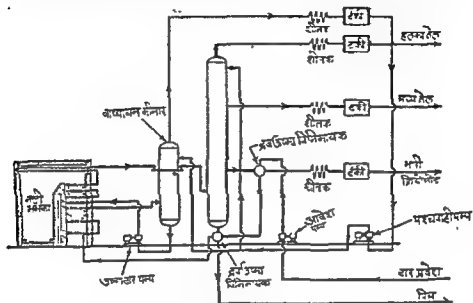


चित्र ६४—गैस अलकतरा-भमका का बहाव रेखाचित्र

भमका साधारणतया प्रायः २० फुट लम्बा और ९ फुट व्यास का होता है। ऐसे भमके में १०,००० गैलन अलकतरा भेंट सकता है, पर केवल ८५०० गैलन प्रति बार डाला जाता है। भमके का आधा भाग प्रायः ५०० वर्गफुट तापन-तल होता है। ईंधन जलाकर तप्त गैसों से भमके के तापन-तल को गरम करते हैं। साधारणतया आसवन में १० से २० घंटे लगते हैं। कितना समय लगता है यह पिच की प्रकृति पर निर्भर करता है। कोमल पिच में कम समय लगता और कठोर पिच में अधिक समय लगता है। ऐसे एक भमके का चित्र और बहाव रेखा-चित्र यहाँ दिये हुए हैं।

अलकतरे के आसवन के समय कुछ भंजन भी होता है। यदि गरम करने का ताप ऊँचा और समय अधिक हो तो भंजन अधिक होता है। भंजन से मुक्त कार्बन की मात्रा बढ़ जाती है और पिच का गुण कुछ निकृष्ट हो जाता है। इसे रोकने के लिए आसवन का ताप जहाँ तक हो सके उठने नहीं देना चाहिए और आसवन जल्द से जल्द

कर लेना चाहिए। जल्द आसवन के लिए भमके के अन्दर कुछ वाहिनी (flues) होती हैं जिनसे तापन-शल बढ़कर आसवन में शोधता होती है। आसवन में और भी शोधता हो सकती है यदि अलकतरे को भाप, वायु अथवा गैस से प्रक्षुब्ध किया जाय। प्रति मिनट प्रति गैलन में लगभग ०.११ घनफुट भाप पारित करते हैं। इतनी कम



चित्र ६५—फास्टर-वीलर अविराम अलकतरा-भमका

भाप से वाष्प-आसवन नहीं होता। यदि भाप को पारित करना है तो उसके लिए संपन्न का बड़ा होना आवश्यक है। भमके के ताप को नीचा रखने के लिए निर्वात का भी उपयोग हो सकता है। निर्वात से पिच की प्रकृति में कुछ अन्तर हो जाता है।

अलग-अलग थोक में आसवन में आवश्यकतानुसार कोमल अथवा कठोर पिच सरलता से प्राप्त कर सकते हैं। इससे छत्र बनानेवाला पिच, गच बनानेवाला पिच, सड़क बनानेवाला पिच, इष्टका बनानेवाला पिच, बांधनेवाला पिच, विद्युत्प बनाने वाला पिच जैसा चाहें वैसा प्राप्त कर सकते हैं। भिन्न-भिन्न थोक से भिन्न-भिन्न किस्म का पिच प्राप्त कर सकते हैं।

अविराम भमका

बड़े-बड़े कारखानों में जो भमके आज प्रयुक्त होते हैं वे अविराम किस्म के होते हैं। उनमें भमके तो दस होते ही हैं पर उनके संपन्न भी ऐसे होते हैं कि विभिन्न

आसुत अलग-अलग किन्तु एक साथ ही इकट्ठे किये जा सकें। ऐसे अनेक किस्म के भमके बने हैं। अमेरिका में प्रधानतया दो किस्म के भमके प्रयुक्त होते हैं। एक फोस्टर-वीलर भमके और दूसरे विल्टन भमके।

फोस्टर-वीलर भमका

फोस्टर-वीलर भमके में कुण्डलियों के दो कुलक होते हैं। ये ऐसे भाप्ट्र में रखे होते हैं जो सोपे तप्त हो सके। पहली कुण्डली का ताप प्रायः २००° से० रहता है। आसुत वहाँ से निकलकर एक छोटे निर्जलित स्तम्भ में जाता है जहाँ तीन बुलबुले पट्ट रहते रहते हैं। इस स्तम्भ के शिखर से पानी और कुछ हलका तेल निकलता है। स्तम्भ के पंदे से प्रायः १८०° से० पर सूखा अलकतरे निकलता है। इस अलकतरे को फिर दूसरी कुण्डली में ले जाते हैं जिसका ताप प्रायः ४००° से० रहता है। भाप्ट्र के तप्ततम भाग में यह कुण्डली रहती है। कुण्डली से वाष्प प्रभाजक स्तम्भ में जाता है। इस स्तम्भ में १२ बुलबुले पट्ट रहते हैं। वाष्प का संघनन होकर वह तीन भागों में बँट जाता है। एक में हलका तेल, दूसरे में मध्य तेल और तीसरे में क्रिओ-सोट तेल इकट्ठा होता है। ये तीनों भाग नलाकार संघनित्र में अलग-अलग संघनित होते हैं।

हलके तेल को 'अपरिष्कृत नफ्था' कहते हैं। इसे 'कार्बोलिक तेल नं० १' भी कहते हैं। इसका ववयनांक ८५ और २१०° से० के बीच होता है।

मध्य तेल को 'कार्बोलिक तेल' अथवा 'कार्बोलिक तेल नं० २' कहते हैं। इसका ववयनांक २०० से २५०° से० रहता है।

क्रिओसोट तेल को 'भारी तेल' भी कहते हैं। इसका ववयनांक २३५ से ४२०° से० रहता है।

विभिन्न अंशों के संघनन के नियंत्रण के लिए विशेष प्रबन्ध रहता है। विभिन्न संघनित अंशों के समय समय पर निकालने का भी प्रबन्ध रहता है। पिच को पात्र से पम्प कर स्तम्भ के पंदे में ले जाकर उसकी ऊष्मा को अलकतरे के पूर्व-तापन में प्रयुक्त करते हैं। पिच को ऊष्मा-विनिमायक (Exchanger) में रखकर तब कोठार (Storage) में रखते हैं।

विल्टन भमका

विल्टन भमके में अलकतरे को पहले प्रभाजक स्तम्भ के शिखर से निकली भाप और हलके तेल के वाष्प से गरम करते हैं। इसे फिर क्षेप्य ऊष्मा कुण्डली में गरम करते हैं। यह कुण्डली भमके के प्रधान नल और चिमनी के बीच स्थित रहती है। जिस

मार्ग में पिच निकलता है उसी मार्ग से अलकतरा प्रतिकूल दिशा में बहकर अलकतरे को और गरम करता है। इस प्रकार से गरम किया अलकतरा अब दमक कक्ष (flash chamber) में प्रविष्ट होता है। यहाँ जल और कुछ हल्के तेल निकल जाते हैं। प्राथमिक दमक कक्ष से सूखा अलकतरा आसवन स्तम्भ में जाता है। पिच को ऊष्मा से और हल्का तेल निकल जाता है। वहाँ से अलकतरा फिर दूसरे दमक कक्ष में प्रविष्ट होता है। यहाँ पिच में तेल का वाष्प निकलता है। इस काम में भाप में सहायता मिलती है। वहाँ से फिर ऊष्मा-विनिमायक में लाकर तब कोठार में भेज दिया जाता है। कक्ष से निकले पिच का ताप 300°से० से ऊपर रहता है। ऊष्मा-विनिमायक से निकले पिच का ताप 200°से० से ऊपर रहता है। पिच का केवल ५ में ७ प्रतिशत कोठार में भेजा जाता है। शेष प्रायः ९५ प्रतिशत आसवन स्तम्भ के शिखर पर दूसरे दमक कक्ष में प्रथम दमक कक्ष में निकले निर्जलित अलकतरे से मिलाकर ऊष्मा-विनिमायक द्वारा अलकतरे के पूर्व-नापन में प्रयुक्त होता है। पिच-अलकतरे का तल स्थायी-तल-युक्ति द्वारा स्थायी रखा जाता है। दूसरे दमक कक्ष में जो घाल रहता है उससे वाष्पन-क्षेत्र प्राप्त होता है जिससे आसवन में सुविधा होती है और हाग का बनना रोका जा सकता है।

प्रथम और द्वितीय कक्षों में जो वाष्प निकलता है वह प्रभाजक स्तम्भ के बुलबुला पट्ट में तीन स्थलों पर प्रविष्ट होता है। भारी तेल का वाष्प पंदे में प्रविष्ट होता, आसवन स्तम्भ में वाष्प उससे कुछ ऊँचे स्थल पर प्रविष्ट होता और प्रथम कक्ष का वाष्प शिखर पर प्रविष्ट होता है। इस युक्ति से प्रभाजन में सुविधा होती है।

शिखर से जो वाष्प प्रविष्ट होता है उसमें भाप और हल्का तेल रहता है। उसमें नीचे जो वाष्प प्रविष्ट होता है उसमें क्रिप्रोसोट, नैपथलोन और भारी नैपथा रहता है और पंदे से जो तेल निकलता है वह अंधोसीन तेल होता है।

कोक-चूल्हा भभका

कोक-चूल्हे में निकली तप्त गैस को संवेद्य (Sensible) ऊष्मा का उपयोग भी अलकतरे के आसवन में हुआ है। इस काम के लिए बार्रेट कम्पनी (Barrett-company) ने एक संयंत्र बनाया है जिसका पेटेंट उन्होंने लिया है। चूल्हे में निकली तप्त गैस एक प्रधान प्रणाल में जाती है जहाँ अलकतरे के संगम में आकर अलकतरे का आसवन करती है। अलकतरे का वाष्पशील अंश आमुन हो जाता और पिच बच जाता है जो निकाल लिया जाता है। गैस और वाष्प को सघनित कर उसमें विभिन्न तेल प्राप्त किने जाते हैं।

अलकतरा और उष्ण गैस के बीच संस्पर्श बड़े अल्प काल के लिए होता है। इस आवश्यक है कि आसवन इस गति से हो कि उसी काल में अलकतरे का वाष्पश अंश निकल जाय। इसके लिए प्रणाल में अलकतरे के फुहारे ढाले जाते हैं। ऐसे भा में आसुत की मात्रा ७० प्रतिशत तक प्राप्त होती है, जहाँ इसके विपरीत अन्य भा में केवल ४५ प्रतिशत तक ही प्राप्त होती है। पिच के गुण प्रायः एक से होते हैं। अनेक कारखानों में ऐसे ही आसवन का प्रबन्ध रहता है।

भभके और संघनित्र के संक्षारण की सम्भावना रहती है। संक्षारण का काम अमोनियम क्लोराइड और अलकतरा-अम्लों की उपस्थिति बतलायी जाती है। उच्च ताप पर अमोनियम क्लोराइड अमोनिया और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में विघटित हो जाता है। यह अम्ल पानी का संक्षारण तीव्रता से करता है। यदि अलकतरे जल की मात्रा कम की जा सके तो पानी का संक्षारण बहुत कुछ रोका जा सकता है।

अलकतरा-अम्लों की संक्षारण क्रिया उच्च ताप पर ही होती है। निम्न ताप पर संक्षारण प्रायः नहीं होता। कोक के कणों की तीव्र गति से भी नलियाँ घिस-मिस कर कटती हैं। भभके के संक्षारण का कारण गन्धक के योगिक भी हो सकते हैं। संक्षारण के ठीक कारण का ज्ञान वस्तुतः हमें नहीं है। यदि पात्र ढालें छोड़े अथवा अकलुष इस्पात के बने हों तो संक्षारण बहुत कुछ रोका जा सकता है। भभके और संघनित्र ऐसे होने चाहिए कि समय-समय पर उनका निरीक्षण सरलता से किया जा सके।

हलका तेल

अलकतरे से हलका तेल प्राप्त होता है। हलके तेल की मात्रा अपेक्षया अधिक रहती है। अल्प मात्रा के कारण ही इसे विभिन्न प्रभाजकों में विभाजित नहीं करते। गैस से प्राप्त हलके तेल में मिलाकर ही इसका प्रभाजक आसवन करते हैं। हलके तेल में अधिक हाइड्रोकार्बन रहते हैं, प्रधानतः बेंजीन, टोल्विन और जाइलीन, अल्प मात्रा में अलकतरा-अम्ल और अलकतरा-क्षार भी रहते हैं। अम्लों और क्षारों के निकालने पर जो वच जाता है उसे दिलायक के लिए प्रयुक्त करते हैं। सड़कों पर अलकतरा के लेप देने में यह विलायक प्रयुक्त हो सकता है।

मध्य तेल से अलकतरा-अम्ल, नैफथलीन और कमी-कमी अलकतरा-क्षार निकाले जाते हैं। इन्हें निकाल लेने पर अवशिष्ट अंश को क्रिओसोट तेल में मिला देते हैं।

अलकतरा-अम्ल

अलकतरा-अम्ल वस्तुतः अम्ल नहीं है। इसमें फीनोल रहते हैं। ये फीनोल अम्लीय क्रिया देते हैं, इसी से इन्हें अम्ल कहते हैं। फीनोल में सामान्य फीनोल, क्रोसोल, जीलेनोल और अन्य फीनोलीय यौगिक रहते हैं।

फीनोल को पृथक् करने के लिए आसुत को सोडियम हाइड्राक्साइड के साथ उपचारित करते हैं। इससे फीनोल सोडियम फीनेट या सोडियम कार्बोलेट या सोडियम क्रोसीलेट में परिणत हो जाते हैं। सोडियम फीनेट जल में विलेय होते हैं। इस कारण हाइड्रोकार्बनों से सरलता से अलग किये जा सकते हैं।



सोडियम फीनेट पर सल्फ्यूरिक अम्ल अथवा कार्बोनिक अम्ल गैस की क्रिया से फीनोल मुक्त होकर अलग स्तर में पृथक् हो जाता है और सोडियम लवण विलयन में रह जाता है।



उत्पाद को निधारकर अलग-अलग कर लेते हैं। आसवन से विभिन्न फीनोलों को शुद्ध रूप में प्राप्त करते हैं।

अलकतरा-अम्ल के निकाल लेने पर यदि तेल में नैपथलीन की मात्रा अधिक है तो घावक में ही नैपथलीन के मणिम निकल सकते हैं। मणिम का निकलना रोकने के लिए तेल को गरम रखते हैं। घावक का ताप कम से कम ७५° से० रहना चाहिए।

सोडियम फीनेट में अल्प मात्रा में उदासीन तेल और पिरिडीन क्षार भी रह सकते हैं। इन्हें भाप द्वारा निर्वीर शोधन से निकाल सकते हैं। फीनोल के जल-विच्छेदन से कुछ अलकतरा-अम्ल भी भाप के साथ निकल सकते हैं। इससे अम्ल का अधिक ह्रास न हो, इसके लिए आवश्यक है कि मुक्त दाहक सोडा २५ से ३० प्रतिशत रहे।

इस प्रकार से शोधित सोडियम फीनेट को तब एक ऊर्ध्वाधर बेलनाकार पात्र में ले जाते हैं। इसमें गैस के वितरण के लिए पंदे में एक वितरक (distributor) लगा रहता है। पात्र के शिखर पर निकास मार्ग (vent) रहता है।

घात-भट्ठी अथवा चूने-पत्थर की भट्ठी से निकली गैस वितरक में प्रविष्ट होती है। ऐसी गैस में कार्बन डाइ-आक्साइड २० प्रतिशत या इससे अधिक रहनी चाहिये। पर १० प्रतिशत तक कार्बन डाइ-आक्साइड के रहने से काम चल सकता है। ऐसी

गैस भी उपयुक्त हो सकती है। गैस का प्रवाह तब तक चलता रहता है जब तक सारा फीनोल मुक्त न हो जाय और सारा दाहक सोडा सोडियम कार्बोनेट में परिणत न हो जाय और कुछ सोडियम वाई-कार्बोनेट भी बन जाय। इस क्रिया में समय की बचत के लिए ताप कुछ ऊँचा, ७० से ८०° से० रखते हैं। मिश्रण के नियंत्रण के लिए रख देने पर फीनोल ऊपरी स्तर में और कार्बोनेट विलयन निचले स्तर में पृथक् हो जाता है।

कुछ समय ऐसे बने हैं जिनमें यह कार्य अविराम रूप से होता रहता है। इनमें कई मोनारें होती हैं जिनमें टट्टर भरे रहते हैं। इन मोनारों के पंटे से सोडियम फीनेट प्रविष्ट होता और शिखर से निकलकर दूसरी मोनार में जाता है।

यहां जो सोडियम कार्बोनेट बनता है उसको चूने के उपचार से फिर दाहक सोडा में परिणत कर लेते हैं। यहां जो कैल्सियम कार्बोनेट (चूना-पत्थर) बनता है उससे भट्ठी में जलाकर चूना और कार्बन डाइ-आक्साइड प्राप्त करते हैं।



चूने की भट्ठी समीप में ही स्थित होती है। उत्पाद के छानने से अथवा निया-रने से कैल्सियम कार्बोनेट निकल जाता है। दाहक सोडा का जो विलयन यहां प्राप्त होता है वही सोडियम फीनेट के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

अलकतरा-अम्ल के प्रभाजक आसवन से फीनोल और क्रीसोल कुछ सीमा तक पृथक् किये जा सकते हैं। फीनोल १८८° से० पर उबलता है। मिटा-क्रीसोल २०२° ८' और पारा-क्रीसोल २०२° ५' से० पर उबलता है। आसवन से फीनोल ताँ अलग हो जाता पर मिटा-क्रीसोल पारा-क्रीसोल से अलग नहीं होता, क्योंकि दोनों के क्वथ-नांक बड़े समिकट हैं। इन दोनों को एक दूसरे से पृथक् करने में किसी रासायनिक रीति का उपयोग करना पड़ता है।

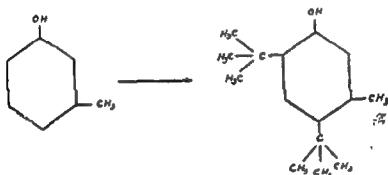
साधारणतया निम्नलिखित दो रीतियां प्रयुक्त होती हैं।

एक रीति में क्रीसोलों के मिश्रण को ४०° से० पर ९६ प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल से प्रायः ६ घंटे तक साधते हैं। इससे मिटा-क्रीसोल पृष्ठतया मिटा-क्रीसोल सल्फोनिक अम्ल में और अल्प पारा-क्रीसोल भी सल्फोनिक अम्ल बनता है। अश्लिषित पारा-क्रीसोल बेंजोन द्वारा निकाल लिया जाता है।

जब क्रीसोल सल्फोनिक अम्लों को अमोनिया से उदासीन बनाकर अमोनियम सल्फोनेट में परिणत करते हैं। मिटा-क्रीसोल अमोनियम सल्फोनेट और पारा-क्रीसोल अमोनियम सल्फोनेट की विलेयता विभिन्न रहने से प्रभाजक मणिमीकरण से उन्हें अलग-अलग कर सकते हैं।

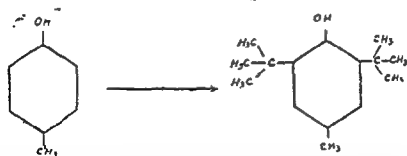
मिटा-क्रीसोल सल्फोनेट में सलफ्यूरिक अम्ल के 10° से 20° प्रतिशत बल के सलफ्यूरिक अम्ल डालने से मिटा-क्रीसोल निकल आता और भाप से पृथक् किया जा सकता है।

मिटा-क्रीसोल को पारा-क्रीसोल से पृथक् करने की दूसरी रीति उनको एल्कील यौगिकों में परिणत करने की है। यदि क्रीसोलों को 30° से 0° से निम्न ताप पर लग-भग ५ प्रतिशतवाले सलफ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में आइसो-ब्युटिलीन के साथ गरम करें तो आइसो-ब्युटिलीन क्रीसोल घनते हैं। मिटा-क्रीसोल से बने यौगिक का सूत्र यह है—



यह 20 मि० मो० पारद के दबाव पर 160° से० पर उबलता है।

पारा-क्रीमाल से बने एल्कील यौगिक का सूत्र यह है—



यह 20 मि० मो० पारद के दबाव पर 180° से० पर उबलता है।

निर्वर्ति में प्रमात्रक आसवन से इन्हें पृथक् करते हैं। इन एल्कील यौगिकों के अल्प मात्रा सलफ्यूरिक अम्ल के साथ पदचबहन से क्रीसोल प्राप्त होते हैं। आइसो-ब्युटिलीन निकलता है जिसे इकट्ठा कर फिर प्रयुक्त कर सकते हैं। क्रीमाल के आसवन से शुद्ध क्रीसोल प्राप्त होता है।

पिरिडीन क्षार

हलके तेल में कुछ पिरिडीन क्षार भी रहते हैं। अम्ल के निकाल लेने पर जो तेल बच जाता है उसको १५ से ३० प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल से प्रक्षालित करते हैं। इसमें पिरिडीन क्षार सल्फेट बनकर घुल जाते हैं। यह कार्य सीस-आस्तर लगे पात्र में किया जाता है ताकि पात्र अम्ल से आक्रान्त न हो। इसका ताप पर्याप्त ऊंचा रहता है ताकि नैफथलीन उससे निकल न आये।

दो क्रमों में प्रक्षालन होता है। पहले क्रम में पुराना अम्ल का विलयन प्रयुक्त होता है—ऐसा विलयन जिसका उपयोग एक बार हो चुका है। दूसरे क्रम में ताजा सल्फ्यूरिक अम्ल प्रयुक्त होता है। प्रत्येक बार घावक से अम्ल को निकाल लेते हैं। पहले प्रक्षालन के अम्ल से पिरिडीन क्षार निकाल लेते हैं। दूसरे प्रक्षालन के अम्ल को एक बार फिर प्रयुक्त करते हैं।

अम्ल-धावन को नियरने के लिए फिर रख देते हैं। जब वह नियर जाता तब उसे अमोनिया अथवा सोडियम हाइड्रक्साइड के साथ साधते हैं। यदि उसे अमोनिया साधा है तो अमोनिया अमोनियम सल्फेट बनता और क्षार मुक्त होता है। अमोनियम सल्फेट को खाद में प्रयुक्त करते हैं। पिरिडीन क्षार तेल के रूप में तल पर इकट्ठा होता है। इसे सुखाकर तब प्रभाजक आसवन से क्षार प्राप्त करते हैं।

नैफथलीन

कुछ कारखानों में अम्ल और क्षार के निकाल लेने पर सब नैफथलीन को पृथक् करते हैं। कुछ कारखानों में हलके तेल से ही अम्ल और क्षार के निकालने के पूर्व ही नैफथलीन निकालते हैं। कुछ कारखानों में तो केवल नैफथलीन को निकालते हैं। अम्ल और क्षार को तेल में ही छोड़ देते हैं। यह तेल मड़क के निर्माण में पिच के साथ व्यवहृत होता है।

जिस कारखाने में अम्ल, क्षार और नैफथलीन सब निकाले जाते हैं वहां अम्ल और क्षारों के निकाल लेने पर अवशिष्ट तेल को कड़ाहों में ठंडा करते हैं। कड़ाह कई-विस्म के होते हैं। कुछ कड़ाह सामान्य क्षैतिज आयताकार और ऊपर से खुले रहते हैं। ये इस्पात के बनस-से बने होते हैं। इनकी गहराई प्रायः ३ फुट होती है और इनमें १० से १२ टन तेल अट सकता है।

इन कड़ाहों में तेल को रख देते हैं। नैफथलीन का मणिमीकरण शुरू होता है। २ से ४ दिनों में मणिमीकरण पूरा हो जाता है। मणिमों में तेल को बहा लेते हैं।

तेल को फिर फ्रिओसोट तेल में डाल देते हैं। इस तेल को अलग से बेचते भी हैं। कृमि-नाशक के लिए इसका उपयोग होता है। इस तेल से कजली भी बनती है।

मणिभों को फिर केन्द्रापसारक में रखकर उष्ण जल से धोकर उसमें चिपके तेल को निकालते हैं। ऐसा नैपथलीन 70° से 74° से० पर पिघलता है। इसमें कुछ रंग भी रहता है। शुद्ध नैपथलीन 70° से० पर पिघलता है। अपद्रव्यों के कारण नैपथलीन का द्रवणांक नीचा होता और उसमें रंग भी होता है। अपद्रव्यों में कुछ तेल होता और कुछ अन्य कार्बनिक यौगिक मेथिल नैपथलीन, बेजोयायोफीन इत्यादि रहते हैं।

यदि तेल को जल्दी ठंडा कर मणिभ प्राप्त किये जायें तो ऐसे मणिभ छोटे-छोटे और अधिक अशुद्ध होते हैं। धीरे-धीरे ठंडा करने से बड़े-बड़े और अधिक शुद्ध मणिभ प्राप्त होते हैं। शुद्ध नैपथलीन प्राप्त करना ही तो शोधन की आवश्यकता पड़ती है। शोधन के लिए उन्हें पिघलाकर पुनर्मणिभीकरण कर सकते हैं अथवा वायुमण्डल के दबाव या निर्वात में आसवन कर सकते हैं। मणिभों को प्रेस में दबाकर उनके चिपके तेल को निकालकर भी शोधन कर सकते हैं। ऐसे प्रेसों में 600 से 900 पाउण्ड मणिभ अँट सकते और प्रतिवर्ग इंच डेढ़ से दो टन दबाव में दबा सकते हैं। प्रेस को 70° से 74° से० तक गरम रखते हैं ताकि निम्न ताप पर पिघलनेवाला अंश ही पिघलकर निकल जाय। इस प्रकार दबाने से 79° से० पर पिघलने वाला नैपथलीन प्राप्त हो सकता है।

शत-प्रतिशत शुद्ध नैपथलीन की प्राप्ति के लिए मणिभों को पिघलाकर प्रक्षोभक (agitator) में रखकर ९६ प्रतिशतवाला सलप्यूरिक अम्ल का २ से ३ प्रतिशत डालकर धोते हैं। सलप्यूरिक अम्ल के आस्तर को निकालकर फिर पानी से धोकर सोडियम हाइड्राक्साइड के विलयन से उदासीन बनाकर तब उसका आसवन करते हैं। पहले उससे पानी निकलता है। यह 210° से० तक होता है। उसके बाद $220-222^{\circ}$ से० पर शुद्ध नैपथलीन वाष्प बनकर निकलता है। इसका द्रवणांक 70° से० के समीकृत होता है।

नैपथलीन कई रूपों में बाजारों में विकता है। इसके मणिभ विकते हैं। इसके चूर्ण विकते हैं। इसके शल्क होते हैं। इसके कतरन विकते हैं। इसकी गोलियां विकती हैं जो कीड़ों से वस्त्रों के संरक्षण में प्रयुक्त होती हैं। नैपथलीन के दलने से चूर्ण प्राप्त होता है। भाप के साथ आसवन से और भाप को बड़े-बड़े कक्षों में सघनित करने से शल्क प्राप्त होता है। घूमते हुए इस्पात के बेलन पर ठंडा करने से कतरन प्राप्त होती है। नैपथलीन के चूर्ण या कतरन के प्रेस में दबाने से गोलियां बनती हैं।

उनतीसवाँ अध्याय

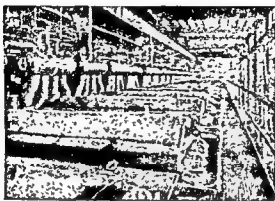
कोयले से पेट्रोलियम

बीसवीं शताब्दी के प्रथम विषयबुद्ध सन् १९१४-१९१९ में जब जर्मनी को पेट्रोल प्राप्त होना कठिन हो गया तब वहाँ के वैज्ञानिकों ने कोयले से पेट्रोलियम तैयार करने का प्रयत्न किया। इस प्रयत्न के फल-स्वरूप दो विधियों का आविष्कार हुआ जिनसे आज हम कोयले से पेट्रोलियम तैयार कर सकते हैं। जिन देशों के पास पेट्रोलियम नहीं है और कोयला प्राप्य है उनको तो कोयले से पेट्रोलियम अवश्य तैयार करना चाहिए। आज अनेक ऐसे देश भी हैं जिनके पास बहुत अधिक पेट्रोलियम है, फिर भी उन्होंने कृत्रिम रीति से कोयले से पेट्रोलियम तैयार करने के संयन्त्र बँठाये हैं और विधियों के सुधार में संलग्न हैं ताकि कृत्रिम पेट्रोलियम का उत्पादन-व्यय कम किया जा सके। इस समय कृत्रिम पेट्रोलियम उतना सस्ता नहीं पड़ता जितना प्राकृतिक पेट्रोलियम पड़ता है, पर विशेषज्ञों का सुझाव है कि विधि के सुधार से कृत्रिम पेट्रोलियम सस्ता तैयार किया जा सकता है। महंगा होने का एक विशेष कारण कारखाने के मूल-धन की अधिकता है। कृत्रिम पेट्रोलियम तैयार करने के यन्त्र महंगे होते हैं।

कोयले से तैयार पेट्रोलियम के नाम विभिन्न देशों में भिन्न-भिन्न दिये गये हैं। अमेरिका में ऐसे पेट्रोल को सिन्थाइन (synthine) कहते हैं। यह सिन्थाइन शब्द सिन्थेटिक और गैसोलिन से सिन्थेटिक का 'सिन्थ' और गैसोलिन का 'इन' (ine) लेकर बना है। जर्मनी में इसे सिन्थिन कहते हैं। सिन्थिन शब्द जर्मनी के सिन्थेटिश और बेंजीन से बना है। एक कम्पनी ने इसका नाम 'सिन्थोल' भी रखा है। जर्मनी में इसे 'कोर्गसिन' भी कहते हैं। कोर्गसिन 'कोहले-गैस-बेंजीन' से बनाया गया है। इसके विभिन्न अंशों को कोर्गसिन १, कोर्गसिन २, इत्यादि नामों से पुकारते हैं। इसका सार्थक नाम हिन्दी में संश्लिष्ट पेट्रोल या 'कृत्रिम पेट्रोल' या इसका संक्षिप्त रूप 'संश्लिट्रोल' या 'कृत्रिट्रोल' दिया जा सकता है, पर ये नाम कुछ क्लिष्ट मालूम होते हैं।

कृत्रिम पेट्रोलियम तैयार करने की एक विधि को फिशर-ट्रोप्श विधि कहते हैं। फिशर और ट्रोप्श ने सन् १९२५ में यह निश्चित रूप से सिद्ध किया कि कार्बन मनों-क्साइड और हाइड्रोजन से किसी उत्प्रेरक की उपस्थिति में 100° से 200° से० के बीच हाइड्रोकार्बन बनते हैं। इस विधि को व्यावसायिक दृष्टि से प्रयुक्त कर पहला

कारखाना सन् १९३५ में खुला। उसके बाद ऐसे कारखाने के खुलने में बहुत वृद्धि हुई और केवल जर्मनी में नौ ऐसे संयन्त्र सन् १९३९ तक लग गये जिनमें प्रतिवर्ष ७००,००० टन से अधिक पेट्रोलियम तैयार हो सकता था। जर्मनी के कारखानों से



चित्र ६६—कृत्रिम पेट्रोलियम का कारखाना जर्मनी में

सन् १९३९ में वास्तविक उत्पादन ३३५,००० टन था जो सन् १९४३ में बढ़कर ५७०,००० टन हो गया था।

जर्मनी के नौ कारखानों से सन् १९४४ के प्रथम अर्ध-वर्ष में फिशर-ट्रोप्श विधि से ५८०,००० टन पेट्रोलियम तैयार हुआ था जिसमें २७०,००० टन मोटर-स्पिरिट और १३५,००० टन डीजेल तेल था। इसमें १८०,००० टन ऐसा उत्पाद था जिससे स्नेहक और कुछ सीमा तक साबुन और मारगैरिन तैयार हो सकता था और वास्तव में हुआ था।

इस विधि से जो उत्पाद प्राप्त होते हैं वे दूसरी विधि से प्राप्त उत्पाद से भिन्न होते हैं। दूसरी विधि से प्राप्त उत्पाद हवाई जहाज और मोटर गाड़ियों के लिए श्रेष्ठतर होते हैं। फिशर-ट्रोप्श विधि से प्राप्त उत्पाद स्नेहक के लिए उत्कृष्ट होता पर मोटर गाड़ियों के लिए इतना अच्छा नहीं होता है।

दूसरी विधि को वर्गियस विधि कहते हैं। इसका अध्ययन वर्गियस ने सन् १९१०—१९२७ के बीच किया था। इस विधि में हाइड्रोजन द्वारा कोयले का तरलीकरण ऊँचे ताप और ऊँचे दबाव पर होता है। इसका सबसे पहला कारखाना सन् १९३९ में खुला और एक वर्ष में ही उत्पादन ४००,००० टन हो गया। यहाँ भूरे कोयले का उपयोग हो सकता है। दबाव १५० मे २५० वायुमण्डल का (प्रतिवर्ग इंच पर लगभग १३ टन का) और ताप ४००—५००° से० का रहना चाहिए। सन् १९३९ में जर्मनी

में इसके सात कारखाने खुल गये जिनमें १४ लाख टन तेल और तरलीकृत गैस प्राप्त हो सकती थी। वास्तविक उत्पादन ११.५ लाख टन था। यहाँ कच्चे माल के रूप में भूरा कोयला, भूरा कोयला-अलकतरा, बिटुमिनी कोयला, बिटुमिनी कोयला-अलकतरा प्रयुक्त होते थे। दूसरे विश्व-युद्ध तक इसके अनेक कारखाने खुल गये और सन् १९४४ तक ऐसे कारखानों की संख्या १८ तक पहुँच गयी थी। पीछे ऐसे सयन्त्र बने जिनमें ७०० वायुमण्डल (प्रतिवर्ग इंच आय ४ $\frac{1}{2}$ टन) का दबाव प्रयुक्त हो सकता था। सन् १९४४ तक इतने कारखाने खुले जिनमें ४० लाख टन प्रतिवर्ष पेट्रोलियम तैयार हो सकता था। वास्तव में उस वर्ष ३५ लाख टन पेट्रोलियम तैयार हुआ था जिससे लगभग २० लाख टन हवाई-जहाज-पेट्रोल, ३५०,००० टन मोटर-स्फिरिट और ७००,००० टन डीजेल-तेल प्राप्त हुआ था। उस वर्ष जर्मनी में जितना पेट्रोल हवाई जहाज में प्रयुक्त हुआ था वह सब इसी विधि से प्राप्त पेट्रोल था।

ग्रेट ब्रिटेन में प्राकृतिक पेट्रोलियम नहीं प्राप्त होता। अतः कोयले से पेट्रोल प्राप्त करने के प्रयोग सन् १९२६ में शुरू हुए। सन् १९२६ में अग्रिम संयन्त्र बँटाया गया। इस संयन्त्र में कोयले के स्थान में अलकतरे के हाइड्रोजनीकरण पर भी प्रयोग हुए। उच्च और निम्न ताप पर ४०० वायुमण्डल के दबाव तक प्रयोग करके देखा गया कि पेट्रोलियम प्राप्त हो सकता है और प्रतिदिन ४०० गैलन अलकतरे का हाइड्रोजनीकरण भी हुआ।

बड़े पैमाने पर कोयले के हाइड्रोजनीकरण से पेट्रोलियम तैयार करने का श्रेय इंग्लैण्ड में इम्पीरियल केमिकल इण्डस्ट्रिज लिमिटेड को है जिन्होंने सन् १९३५ में विलिङ्गम में एक बड़ा कारखाना खोला। इस कारखाने में सन् १९३८ में कोयले के हाइड्रोजनीकरण से ५२,००० टन पेट्रोल और क्रियोसोट के हाइड्रोजनीकरण से ९१,००० टन पेट्रोल तैयार हुआ था। क्रियोसोट से उपचार अधिक सरल हो जाता है। आजकल क्रियोसोट से ही इन कारखाने में उच्च कोटि का मोटर स्फिरिट प्रतिवर्ष ७५,००० से १५०,००० टन तैयार होता है।

विलिङ्गम कारखाने में कोयले से तीन क्रमों में पेट्रोलियम तैयार होता है। क्रिया का ताप ४००-५००° से० और दबाव २५० वायुमण्डल के अतः-भास रहता है। पहले क्रम में कोयले को साफपानी से साफ करते हैं। जितना राख, कंकड़-पत्थर निकल सके निकाल डालते हैं। फिर इसे पेट्रोलियम-तेल के साथ मिलाकर पिष्ट बनाते हैं। अब ऐसे तेल-मिश्रित कोयले पर हाइड्रोजन पारित कर हल्का, भारी या मध्यम तेल प्राप्त करते हैं।

दूसरे क्रम में भारी तेल का हाइड्रोजनीकरण होता है जिससे अधिक भाग मध्यम तेल का और कुछ भाग हल्के तेल का प्राप्त होता है। तीसरे क्रम में मध्यम तेल का पृथक्करण होता है। वाष्पीभूत तेल को हाइड्रोजन के साथ-साथ उत्प्रेरक पर ले जाते हैं जिससे प्रधानतया पेट्रोल प्राप्त होता है। ताप और दबाव के परिवर्तन और उत्प्रेरक की प्रकृति से विधि में ऐसा सुधार हो सकता है कि अन्तिम उत्पाद या तो प्रधानतया सौरभिक या प्रधानतया पैराफिनीय अथवा प्रधानतया नैफथनीय हो सकता है। इससे हवाई जहाज का उच्च कोटि का पेट्रोल सरलता से प्राप्त होता है। विटुमिनी कोयले से प्राप्त डीजेल-तेल प्रमाण अलकतरे से प्राप्त डीजेल-तेल से श्रेष्ठतर होता है। विटुमिनी कोयले से इस विधि से उत्कृष्ट कोटि का उपस्नेहन-तेल नहीं प्राप्त हो सका है। इस विधि से वस्तुतः उच्च-ओक्टेन का पेट्रोल प्रचुर रूप में प्राप्त होता है।

कोयले के ६० प्रतिशत के समतुल्य पेट्रोल इस विधि से हाइड्रोजन की क्रिया से प्राप्त हो सकता है, पर अन्य कार्यों में हाइड्रोजन, गैस आदि के उत्पादन में जो कोयला खर्च होता है उन सबका विचार कर यह कहा जा सकता है कि एक टन पेट्रोलियम प्राप्त करने में ५ या ६ टन कोयला खर्च होता है अथवा एक टन कोयले में ४० गैलन मोटर स्पिरिट, ५० गैलन डीजेल-तेल, ३५ गैलन प्यूजेल तेल और १०,००० घन फुट गैस प्राप्त होती है।

इस विधि में पेट्रोलियम के साथ-साथ कुछ उप-उत्पाद भी प्राप्त होते हैं। कोयले का गन्धक हाइड्रोजन सल्फाइड और नाइट्रोजन अमोनिया में परिणत हो जाता है। जितना कोयला लगता है उसके चतुर्थांश कोयले के समतुल्य मिथेन, ईथेन, प्रोपेन और ब्यूटेन हाइड्रोकार्बन गैसों बनती हैं। इन्हें रासायनिक संश्लेषण में अथवा हाइड्रोजन में परिणत कर सकते हैं। ब्यूटेन को ब्यूटिलीन में परिणत कर उसे फिर आइसो-ओक्टेन में परिणत कर मोटर-स्पिरिट में डालकर मोटर-स्पिरिट को ओक्टेन मंथ्या बढ़ा सकते हैं। प्रोपेन और ब्यूटेन को सिलिडर में भरकर जलावन के लिए इस्तेमाल कर सकते हैं। कोयले के हाइड्रोजनीकरण से फिनोल, फ्रिमांल और अन्य उच्च अपुमार वाले फिनोल भी प्रारम्भिक उत्पाद से पृथक् किये जा सकते हैं।

गैसों का निर्माण

कृत्रिम रीति से पेट्रोलियम तैयार करने के लिए हमें हाइड्रोजन और कार्बन मॉनोक्साइड गैसों चाहिए। इनका अनुपात २ : १ में लेकर १ : १ करना चाहिए। यदि कोयान्ट उत्प्रेरक का व्यवहार हो, तो २ से १ अनुपात आवश्यक है। निक जायमाइड,

अलूमिनियम ट्रायक्साइड और थोरिया उत्प्रेरकों के व्यवहार से १ से १.२ अनुपात से काम चल सकता है। ऐसी गैसों कोयले के हाइड्रोजनीकरण से प्राप्त हो सकती है। पर कोयले के हाइड्रोजनीकरण के लिए ऐसा हाइड्रोजन आवश्यक है, जिसकी शुद्धता कम से कम ९२ प्रतिशत हो। अन्य रीतियों में ऐसे हाइड्रोजन से भी काम चल सकता है जिसमें १० से १२ प्रतिशत कार्बन डाइ-आक्साइड और नाइट्रोजन सदृश निष्क्रिय गैसें हो।

ऐसी गैस की प्राप्ति के लिए कोई भी कार्बनवाला पदार्थ इस्तेमाल हो सकता है, पर साधारणतया दो ही पदार्थ, कोयला और प्राकृतिक गैस, प्रयुक्त होते हैं। प्राकृतिक गैस से प्राप्त गैस-मिश्रण कोयले से प्राप्त गैस-मिश्रण से सस्ता पड़ता है।

कोयले से गैस-मिश्रण प्राप्त करने में निम्नलिखित रीतियां प्रयुक्त हो सकती हैं—

(१) कोक से जल-गैस तैयार करना।

(२) निम्न कोटि के वाष्पशील कोयले से जल-गैस तैयार करना।

(३) कोयले या कोक से भाप में आक्सिजन की सहायता से जल-गैस तैयार करना। विकलर और लुर्गी विधियाँ।

(४) उत्प्रेरकों की सहायता से अथवा उत्प्रेरकों के अभाव में कोक-बूल्हे-गैस की भाप से गैस-मिश्रण प्राप्त करना।

विविध विधियों से जो गैस-मिश्रण प्राप्त होता है उसका संगठन एक सा नहीं होता। उन गैसों में कुछ विभिन्नता रहती है। यह विभिन्नता निम्नलिखित सारिणी में स्पष्ट हो जाती है—

मंडल	कोक जल-मैस %	निम्न वाष्पशील कोयला जल-मैस %	कोक जल-मैस विफल (अविसर्जन जलवाष्प) %	कोयला-जल मैस लुगो अविसर्जन जलवाष्प %	कोक चूल्हा मैस %
गार्बन डाइ-आक्साइड	५	३.८	१३-२०	३०	३.०
गार्बन मनीरगाइड	४१	३९.७	४७-३६	२०-१५	७.०
हाइड्रोजन	५०	५४.१	३९-४१	३०-३५	५५.०
मिथेन	०.५	०.७	०.६-०.४	१५-२०	२७.०
नाइट्रोजन	३.५	१.५	०.४-०.५	२.०	६.०
अक्वासा हाइड्रोकार्बन	—	०.२	—	—	२.०

कार्बन पर जब भाप प्रवाहित होती है तब निम्नलिखित समीकरण के अनुसार कार्बन मनाॅक्साइड और हाइड्रोजन का मिश्रण प्राप्त होता है। इस समीकरण के अनुसार कार्बन मनाॅक्साइड और हाइड्रोजन के सम आयतन मिश्रण में रहते हैं।



इस मिश्रण को ऐसे गैस-मिश्रण में परिणत करने के लिए जिसमें हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड का अनुपात २ : १ रहे, मिश्रण को भाप के ससर्ग में लाया जाता है तब कार्बन मनाॅक्साइड और भाप के बीच निम्नलिखित प्रतिक्रिया होती है—



साधारणतया यह प्रतिक्रिया उत्प्रेरक की उपस्थिति में होती है। फेरिक आक्साइड यहां उत्प्रेरक प्रयुक्त होता है। फेरिक आक्साइड के साथ कुछ क्रोमियम आक्साइड, कैल्सियम आक्साइड और मैगनीशियम आक्साइड मिला हो तो लोहे की क्रियता बढ़ जाती है। इनके अतिरिक्त अंशतः अवकृत कोबाल्ट आक्साइड और अन्य उत्प्रेरक, जैसे ताँबे के साथ कोबाल्ट, पोटेंसियम आक्साइड के साथ मैगनीशिया और शक आक्साइड, मैगनीशिया के साथ निकेल इत्यादि प्रयुक्त हुए हैं। इस प्रतिक्रिया में कार्बन डाइ-आक्साइड बनता है, उसे सम्पीडन द्वारा अथवा जल में घुलाकर अथवा अन्य रासायनिक द्रव्यों द्वारा निकाल लेते हैं।

कोक-चूल्हे गैस में हाइड्रोजन पर्याप्त मात्रा में रहता है, पर कार्बन मनाॅक्साइड की मात्रा अल्प रहती है। इसमें पर्याप्त मात्रा में मिथेन और कुछ एथिलीन रहते हैं। इन हाइड्रो कार्बनों को भाप की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड में परिणत करते हैं। इस प्रतिक्रिया का सम्पादन उत्प्रेरकों की उपस्थिति अथवा उनके अभाव में भी होता है। इसके लिए जो उत्प्रेरक प्रयुक्त हो सकते हैं उनका उल्लेख यत्र हो चुका है। कोक-चूल्हे गैस के १०० आयतन से निम्नलिखित संगठन के १७० आयतन गैस-मिश्रण प्राप्त हो सकते हैं—

	प्रतिशत
कार्बन डाइ-आक्साइड	४.२
कार्बन मनाॅक्साइड	१६.३
हाइड्रोजन	७५.३
मिथेन	१.०
नाइट्रोजन	३.२

इस गैस-मिश्रण में हाइड्रोजन का आयतन बहुत अधिक है। यदि इस मिश्रण

के १७० आयतन में कोक से प्रस्तुत जल-गैस का २५० आयतन मिला दिया जाय, तो इस नये गैस-मिश्रण का संगठन इस प्रकार होगा—

	प्रतिशत
कार्बन डाइ-आक्साइड	४.६
कार्बन मनाॅक्साइड	३०.४
हाइड्रोजन	६०.९
मिथेन	०.७
नाइट्रोजन	३.४

इस गैस-मिश्रण में हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड का अनुपात जैसा चाहिए वैसा ही २ : १ है।

एक दूसरी रीति से भी प्रयुक्त गैस-मिश्रण प्राप्त हो सकता है। इस रीति में प्रति पाउण्ड भाप के साथ १० घनफुट कोक-चूल्हे-गैस को जल-गैस जनित्र (Generator) में ले जाते हैं, जहां उपयुक्त गैस-मिश्रण घनता है। कुछ लोगों ने भाप के साथ आक्सीजन के प्रवेश का भी सुझाव रखा है।

जर्मन रीति

जर्मन रीति में कोयले अथवा कोक से गैस-मिश्रण प्राप्त होता है। जर्मनी के अनेक कारखानों में कोक इस्तेमाल होता है। कोक से जल-गैस प्राप्त होती है। इस जल-गैस में हाइड्रोजन का अनुपात बढ़ाने के लिए जो उत्प्रेरक प्रयुक्त होता है, उसमें फेरिक आक्साइड ३८.५ प्रतिशत, कैल्सियम आक्साइड १८.२ प्रतिशत, क्रोमिक आक्साइड ५.४ प्रतिशत, मैगनीशियम आक्साइड ५.२ प्रतिशत और अन्य कुछ पदार्थ अल्प मात्रा में तथा जल १८.० प्रतिशत पाये गये हैं।

कोक-चूल्हे गैस के भंजन से भी जर्मनी में कुछ कारखानों में गैस-मिश्रण प्राप्त होता है। जर्मनी के हैम्बर्ग के निकट एक कारखाने में प्रतिदिन ४१,०००,००० घनफुट जल-गैस तैयार होती है। इस गैस के १८ प्रतिशत, प्रायः ७,४००,००० घनफुट में उत्प्रेरक की उपस्थिति में हाइड्रोजन की मात्रा को बढ़ाया जाता है। इसके लिए २२०० फीट पर लगभग ३५३,००० घनफुट प्रति घण्टा गैस का भंजन किया जाता है। इस भंजन से हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड का अनुपात २ : १ हो जाता है, जो हाइड्रोकार्बन के निर्माण के लिए आवश्यक है।

निम्न ताप पर प्रस्तुत कोक ने भी एक कारखाने में गैस-मिश्रण तैयार होता है। ऐसे गैस-मिश्रण में हाइड्रोजन कार्बन मनाॅक्साइड का अनुपात १ : ३५ : १ होता है,

जो सामान्य कोक से प्रस्तुत जल-गैस के हाइड्रोजन के अनुपात से अधिक है। ऐसा मिश्रण बिना किसी दूसरे उपचार के प्रयुक्त हो सकता है।

निकृष्ट कोटि के कोयले, ब्राउन कोयले से भी गैस-मिश्रण तैयार हुआ है। ऐसे गैस-मिश्रण में ७६ प्रतिशत हाइड्रोजन और कार्बन मॉनॉक्साइड रहता है। एक कारखाने के लिए ४,०००,००० घनफुट गैस प्रति घण्टा बननी चाहिए। इतनी गैस से ८२,५०० छोटा टन-पेट्रोलियम प्रतिवर्ष तैयार हो सकता है। इतनी गैस तैयार करने के लिए कम-से-कम ४ जनित्र आवश्यक हैं। लगभग ४३२५००० घनफुट प्रति घण्टा उत्पादक गैसें गरम करने में लगेंगी। जनित्र में डालने के लिए ४९,५०० घनफुट प्रति घण्टा ऑक्सीजन चाहिए। इस रीति से १००० घनफुट गैस-मिश्रण की प्राप्ति के लिए लगभग ५० पाउण्ड सूखा ब्राउन कोयला लगता है।

इस काम के लिए अनेक प्रकार के जनित्र बने हैं। कई कम्पनियाँ ऐसा जनित्र तैयार कर सकती हैं। कोपर्स कम्पनी ने जो जनित्र बनाया है वह अच्छा संमत्ता जाता है। ऐसे जनित्र में प्रायः ९८१ टन कोक प्रतिदिन इस्तेमाल हो सकता है। ऐसे कोक में कार्बन और वाष्पशील पदार्थ ८२.६ प्रतिशत, जल ८.२ प्रतिशत और राख ९.२ प्रतिशत रहते हैं। इतने कोयले से प्रतिदिन १,१४६,०७० घनफुट जल गैस प्राप्त होती है। दूसरे शब्दों में लगभग ५३.५ पाउण्ड कोक से १००० घनफुट जल-गैस प्राप्त होती है।

एक दूसरे प्रकार का जनित्र विकलर जनित्र है। इसमें कोयले, लिग्नाइट, अर्ध कोक के चौथाई इंच के छोटे-छोटे टुकड़े इस्तेमाल होते हैं। इसमें भाप और ऑक्सीजन अथवा भाप, वायु और ऑक्सीजन ऐसे डाले जाते हैं कि ईंधन प्रक्षुब्ध होता रहे। इस प्रकार से प्राप्त गैस का संघटन ऊपर दिया हुआ है, १००० घनफुट गैस की प्राप्ति के लिए ४०.९ पाउण्ड कोक, ९८ प्रतिशत ऑक्सीजन २८४ घनफुट और जल-भाप १९ पाउण्ड लगते हैं। विकलर रीति से पेट्रोलियम प्राप्त करने के कारखाने आर्थिक दृष्टि से ध्वंश समझे जाते हैं।

कोयले का गैसीकरण

खानों से कोयला निकाल कर उससे गैस तैयार करने में कृत्रिम पेट्रोलियम का मूल्य बढ़ जाता है। ऐसे पेट्रोलियम का मूल्य कम करने के लिए यदि खानों में ही कोयले को गैस में परिणत कर दें, तो अच्छा होगा। खानों से कोयला निकालने का खर्च बच जायगा।

खानों से कोयले की गैस में परिणत करने का सुझाव पहले-पहल साइमन्स ने

सन् १८६८ में और पीछे मेण्डेलिफ ने सन् १८८८ में दिया था। इसका पहला पेटेण्ट १९०९ ई० में वेट्स द्वारा लिया गया था। इंग्लैंड में सर विलियम रैमजे ने इसे व्यवहार में लाने की कोशिश की, पर उन्हें इसमें सफलता नहीं मिली। रूस में इस सम्बन्ध में सन् १९३३ ई० में कुछ प्रारम्भिक प्रयोग हुए। सन् १९३७ में काम शुरू हुआ और १९४० ई० में काम शुरू करने के सब साधन तैयार हो गये। ऐसा समझा जाता है कि ऐसे तीन कारखाने आज रूस में काम कर रहे हैं।

जिन रीतियों से खानों में कोयले का गैसीकरण होता है, उनमें निम्नलिखित रीतियाँ महत्व की हैं—

- (१) कक्ष-रीति
- (२) धारा-रीति
- (३) पारध्याव-रीति
- (४) विदर-रीति

रूस में इस सम्बन्ध में १ से १६ फुट मोटाई, ६५ से २०० फुट गहराई और ०° से ७५° नति के कोयले के स्तर पर प्रयोग हुए हैं।

कक्ष-रीति

पहले-पहल कक्ष-रीति से ही कोयले का गैसीकरण हुआ था। इस रीति में कोयले को ईंट की दीवार केकर अन्य कोयले से अलग कर एक ओर से वायु प्रविष्ट कराते हैं और दूसरी ओर से गैस निकलते हैं। वायु को प्रविष्ट कराने के लिए कोयले का रन्ध्र और प्राकृतिक दरारें काम में लायी गयी थीं। पीछे कोयले को तोड़कर वायु-प्रवेग के लिए मार्ग बनाये गये थे। इस रीति से गैसीकरण सरलता से हो जाता है। पर इसमें कमरे इत्यादि बनाने का संशय रहता है। इस कारण अब इसका उपयोग नहीं होता।

धारा-रीति

धारा-रीति में कोयले के स्तर में एक लम्बी सुरंग बनाते हैं। बाह्यतल से सुरंग-तल तक दो कूपक खोदते हैं। एक ओर से वायु प्रवेश करती है और दूसरी ओर से निकलती है। वायु प्रवेशक-कूपक के आधार पर आग जलायी जाती है। वायु के बोंके के प्रवेश से दूसरे कूपक से गैस निकलती है। आग धीरे-धीरे जलती हुई स्तर की छत की ओर बढ़ती है और रात और बिना जला कोयला गिर कर नीचे इकट्ठा होता है। सुरंग में प्रतिक्रिया के तीन मण्डल होते हैं। इसके एक मण्डल को 'दहन-मण्डल' कहते हैं। यह मण्डल प्रायः ढाई मीटर लम्बा होता है। इसमें जलकर कोयला

प्रधानतया कार्बन मनॉक्साइड बनता है। दूसरा मण्डल 'प्रत्यादान-मण्डल' होता है यह प्रायः ३ मीटर लम्बा होता है। इस मण्डल में कार्बन डाइ-आक्साइड अवकृत हो कार्बन मनॉक्साइड बनता है और प्रचुर मात्रा में हाइड्रोजन बनता है। तीसरा मण्डल 'आसवन मण्डल' होता है। यह करीब ३ मीटर लम्बा होता है। इसमें कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा स्थिर रहती है।

इन तीनों मण्डलों में कोयले की खपत एक-सी नहीं होती। 'बहन-मण्डल' में सबसे अधिक कोयला जलता है। इस कारण बीच-बीच में वायु की गति बदल देते हैं, ताकि कोयले का जलना सब मण्डलों में एक-सा होता है। यदि वायु के साथ भाप नहीं प्रविष्ट करायी जाय तो गैस-मिश्रण में हाइड्रोजन की मात्रा आवश्यकता से कम रहती है।

इस रीति में यदि भाप और वायु की दिशा २० से ३० मिनट की अवधि में एक ओर से दूसरी विपरीत दिशा की ओर बदलती रहे, तो इससे निम्नांकित संघटन का गैस-मिश्रण प्राप्त होता है।

	प्रतिशत
कार्बन डाइ-आक्साइड	१५
कार्बन मनॉक्साइड	२६
हाइड्रोजन	५३
मिथेन	०.७
आक्सिजन	०.५
नाइट्रोजन	४.८

इस रीति में दोष यह है कि इसमें खानों के अन्दर काम करने के लिए अनेक आदमी लगते हैं। यह रीति ऐसे कोयला-स्तर के लिए अधिक उपयुक्त है, जिसका स्तर विशेष रूप से नरम है। यदि स्तर कम नरम हो, तो राख और बिना जले कोयले के गिरने से मार्ग अवरोध हो जा सकता है। कहीं-कहीं V-आकार की भी सुरंग बनती है। एक मार्ग से वायु प्रवेश करती है और दूसरे मार्ग से गैसें निकलती हैं और दोनों कूपों के मिलन-स्थान पर आग जलती है।

पारच्याव-रीति

कोयले के गरम करने से सिकुड़न से उसमें छेद और दरारें पड़ती हैं। इससे गैसें उसमें शीघ्रता से प्रवेश कर सकती हैं। यह रीति क्षैतिज स्तरों के लिए अधिक उपयुक्त है और इसमें अन्दर खोदने की आवश्यकता नहीं पड़ती। बड़े पैमाने पर कोयले

के स्तर में ऊर्ध्वधार मूराख २० से ४० गज की दूरी पर खोदे जाते हैं। कूपक के पेंदे में आग लगायी जाती है। मध्य के नल से वायु को प्रविष्ट कराया जाता है और जो गैसें बनती हैं उन्हें इकट्ठा करते हैं। खानों के अन्दर आग के जलने से कोयले में छेद और दरारें बन जाती हैं, जिससे गैसों एक छेद से दूसरे छेद में चली जाती हैं। ज्यों ही ऐसी स्थिति हो जाती है, एक वायु-प्रवेश-मार्ग और दूसरे एक गैस-निकास-मार्ग को बन्द कर देते हैं। अब इससे दोनों मार्गों के बीच के पट्टे का गैसीकरण शुरू होता है। जब गैसीकरण समाप्त हो जाता है तब दूसरे छेद को इसी प्रकार काम में लाते हैं। इस प्रकार एक के बाद दूसरे सब छेदों के बीच गैसीकरण किया जाता है। पारच्याव और धार दोनों रीतियों के साथ-साथ उपयोग का सुझाव भी रखा गया है। यह रीति उस कोयले के स्तर के लिए अच्छी समझी जाती है जहाँ छत के गिर जाने से धारा-रीति का उपयोग नहीं हो सकता। इस रीति में कोयले के स्तर को छोटे-छोटे टुकड़ों में विभक्त करते हैं। यह विभाजन ऊर्ध्वधार कूपक के द्वारा होता है। इन कूपकों की नीचे क्षैतिज छिद्रण (boring) द्वारा जोड़ते हैं। क्षैतिज छिद्रण जब तक गिरकर मार्ग अवरोध न करे, तब तक धारा-रीति का उपयोग करते हैं। जब मार्ग अवरोध हो जाता है, तब पारच्याव-रीति से गैसीकरण करते हैं। ऐसा समझा जाता है कि तब तक कोयले का स्तर पर्याप्त सख्खि हो जाता है।

विदर-रीति

इस रीति में कोयले के स्तर के तल में लगभग दो फुट व्यास के तीन समानान्तर कूपक बनाते हैं। बीच के कूपक से वायु प्रविष्ट होती और शेष दोनों कूपकों से गैसें निकलती हैं। अब कूपकों को अनेक मूराखों से जोड़ते हैं। ये मूराख पाँच-पाँच गज की दूरी पर और लगभग चार इंच व्यास के होते हैं और ऐसे बने होते हैं कि वे एक दूसरे के समानान्तर रहकर कूपकों को समकोण पर काटते हैं।

इस प्रकार के मूराख काटने की अनेक विधियाँ आज प्रयुक्त होती हैं। कहीं यह मूराख काटना बिजली द्वारा होता है और कहीं उच्च दबाव पर पानी द्वारा होता है। आक्सिजन द्वारा भी यह सम्पादित होता है। इसके अतिरिक्त छेद करने के अन्य यन्त्रों का भी आविष्कार हुआ है।

इन मूराखों के कोयले में आग लगायी जाती है और वायु प्रविष्ट करायी जाती है। विदर का दहन होकर आग मध्य कूपक के दोनों ओर जाती है। अन्य मूराख बन्द कर दिये जाते हैं। एक के बाद दूसरे विदरों को जलाकर गैसों को नियमित रूप से निकाल लिया जाता है।

यह रीति उस कोयले के स्तरों के लिए अधिक उपयुक्त है, जहाँ धारा-रीति और पारध्याय रीति का उपयोग नहीं हो सकता। इस रीति से स्तर के ८० से ९० प्रतिशत कोयले का गैसीकरण हो जाता है।

खानों के गैसीकरण से कम मूल्य में गैसें प्राप्त होती हैं। जहाँ एक श्रमिक प्रति मास केवल ३० टन कोयला निकाल सकता है वहीं गैसीकरण से एक श्रमिक १०० से २०० टन प्रति मास कोयले का उपयोग कर सकता है। गैसीकरण में मूल-धन भी कम लगता है। खानों से बाहर गैसीकरण में जितना खर्च पड़ता है उसके ६० से ७० प्रतिशत खर्च में ही खानों में गैसीकरण होता है।

अमेरिका में भी खानों में कोयले के गैसीकरण का प्रयत्न हुआ है। कुछ कम्पनियाँ इस काम के लिए बनी और कार्य कर रही हैं।

प्राकृतिक गैस से पेट्रोलियम

पेट्रोलियम कुएँ से निकली गैसों में मियेन रहता है। कोयले की खानों से निकली गैसों और निम्न ताप कार्बनीकरण से निकली गैसों में भी मियेन रहता है। मियेन से भी हाइड्रोजन और कार्बन मनाक्साइड के मिश्रण प्राप्त हुए हैं। ये मिश्रण निम्नलिखित तीन रीतियों से प्राप्त हो सकते हैं।

(१) मियेन पर भाप की प्रतिक्रिया से



(२) मियेन पर कार्बन डाइ-आक्साइड की प्रतिक्रिया से



(३) मियेन के नियंत्रित आक्सीकरण से। यहाँ वायु अथवा आक्सीजन आक्सीकरण के लिए प्रयुक्त हो सकता है।



पहली प्रतिक्रिया में कार्बन मनाक्साइड की मात्रा कम रहती है। इस प्रतिक्रिया से प्राप्त गैस-मिश्रण में दूसरी प्रतिक्रिया से प्राप्त गैस-मिश्रण के मिलाने से ऐसा गैस-मिश्रण प्राप्त हो सकता है, जिसमें हाइड्रोजन और कार्बन मनाक्साइड का अनुपात ठीक-ठीक हो। ये दोनों प्रतिक्रियाएँ साथ-साथ सम्पन्न की जा सकती हैं। इसके लिए ताप १३५०° फ० और उत्प्रेरक निकेल होना चाहिए। ऐसी दशा में प्रतिक्रिया निम्नलिखित समीकरण के अनुसार सम्पन्न होती है।



इस सम्बन्ध में अनेक अन्वेषकों द्वारा जो अनुसन्धान हुए हैं उनमें मालूम होता है कि मियेन पर भाप की प्रतिक्रिया से 1500°F में ऊपर यदि भाप का बाहुल्य न हो तो केवल हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड प्राप्त होते हैं। पर यदि भाप का बाहुल्य हो और ताप 1200°F हो, तो उससे निम्नलिखित समीकरण के अनुसार कार्बन डाइ-आक्साइड और हाइड्रोजन प्राप्त होते हैं—



उत्प्रेरकों की अनुपस्थिति में प्रतिक्रिया बड़ी मन्द होती है, पर 2370°F के ऊपर प्रतिक्रिया तीव्रतर हो जाती है। उत्प्रेरकों के अभाव में 2330°F पर 0.21 से 3.6 सेकंड के संस्पर्श से केवल १ से 3.2 प्रतिशत प्राकृतिक गैस अविच्छेदित रह गयी थी। इन प्रयोगों में कार्बन का कुछ निक्षेप भी पाया गया था।

इन प्रतिक्रियाओं के सम्पादन के लिए अनेक उत्प्रेरकों का अध्ययन हुआ है। इनमें निम्नलिखित उत्प्रेरक उल्लेखनीय हैं—

- (१) 1200°F ताप पर सक्रिय कार्बन पर निकेल-अल्यूमिना-मैगनीशिया;
- (२) 1470°F ताप पर निकेल-थोरिया, मैगनीशिया और निकेल-लोह;
- (३) 1480° — 1700°F ताप पर निकेल-मैगनीशिया;
- (४) 1500° — 1700°F ताप पर २५ प्रतिशत निकेल, ७४ प्रतिशत मैगनीशिया और १ प्रतिशत थोरिक अम्ल;
- (५) मिट्टी पर निकेल-अल्यूमिना; और
- (६) मिट्टी पर अल्यूमिना और मैगनीशिया।

कोवाल्स उत्प्रेरक निकृष्ट कोटि का पाया गया है। सबसे उत्कृष्ट उत्प्रेरक अल्यूमिना और मिट्टी पर निक्षिप्त निकेल पाया गया है। इसमें प्रायः शत-प्रतिशत परिवर्तन होने की सूचना मिली है।

अर्ध-व्यापारिक पैमाने पर जो प्रयोग हुए हैं, उनसे निकेल उत्प्रेरक से 1500 — 1650°F औसत ताप पर १० मिनट परिवर्तन-काल में जो गैस प्राप्त हुई थी उसका सघटन इस प्रकार का था। जो प्राकृतिक गैस प्रयुक्त हुई थी, उसमें लगभग ८७.५ प्रतिशत मियेन था।

	प्रतिशत
कार्बन डाइ-आक्साइड	९
कार्बन मनाॅक्साइड	२२
हाइड्रोजन	६४
मियेन	०.८
नाइट्रोजन	४.२

इसके निर्माण में प्राकृतिक गैस का ०.४६ अंश प्रयुक्त हुआ था। इसमें ०.३० अंश गैस बनाने में और ०.१६ अंश जलकर ऊष्मा उत्पन्न करने में लगा था।

स्टोच और फोल्डनर^१ ने, जो एक अग्रिम संयंत्र में प्रयोग किया था, देखा कि १५६०-१७२०° फ० पर $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ इंच निकेल चूर्ण से जो गैस-मिश्रण प्राप्त किया था उसमें हाइड्रोजन ७५ प्रतिशत, कार्बन मनाॅक्साइड २१ प्रतिशत, कार्बन डाइ-आक्साइड १ प्रतिशत और नाइट्रोजन और मिथेन १ प्रतिशत था।

नियंत्रित आक्सीकरण

इस आक्सीकरण में ऊष्मा निकलती है और बाहर से ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती, इस कारण यह काम कम खर्च में हो सकता है। फिशर और पिचलर ने दो भाग मिथेन और एक भाग आक्सीजन से २५५०° से० पर और लगभग ०.०१ सेकंड संपर्शकाल में जो गैस-मिश्रण प्राप्त किया था, उसमें हाइड्रोजन लगभग ५४ प्रतिशत, कार्बन मनाॅक्साइड २६ प्रतिशत, एसिटिलीन ९.४ प्रतिशत, मिथेन ४.८ प्रतिशत और कार्बन डाइ-आक्साइड ३.० प्रतिशत था। इससे एसिटिलीन और गन्धक निकालकर सीधे कृत्रिम पेट्रोल के निर्माण में उपयोग किया जा सकता है। इसमें १८३०° फ० तक निकेल, १५५०° फ० तक निकेल-मँगनीशिया आक्साइड और १६५०° फ० तक थोरिया या सिलिका पर निकेल उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त हो सकता है।

गैस-मिश्रण का शोधन

कृत्रिम पेट्रोलियम तैयार करने में जो गैस-मिश्रण प्रयुक्त होता है उसमें गन्धक और गन्धक के यौगिकों को न रहना चाहिए। १००० घनफुट गैस-मिश्रण में केवल ०.१ ग्रैन गन्धक सह्य है। कुछ लोगों का दावा है कि उन्हें ऐसे उत्प्रेरक मालूम हैं, जिन पर गन्धक और गन्धक के यौगिकों का कोई असर नहीं पड़ता, पर साधारण उत्प्रेरकों की सक्रियता गन्धक और गन्धक के यौगिकों के कारण नष्ट हो जाती है। गैस-मिश्रण से गन्धक निकालने के सम्बन्ध में बहुत लोगों के अनुसन्धान हुए हैं और लोगों ने अनेक रीतियों का पेटेण्ट कराया है।

साधारणतया गैस-मिश्रण से दो क्रमों में गन्धक निकाला जाता है। एक क्रम में हाइड्रोजन सल्फाइड निकाला जाता है और दूसरे क्रम में कार्बनिक गन्धक निकाला जाता है।

^१ Storch and Fieldner

जर्मनी के कारखानों में गन्धक निकालने की सुपरिचित रीति लोहे के आक्साइड के द्वारा प्रचलित है। एक दूसरी रीति में 'एल्केजिड' का व्यवहार होता है। एल्केजिड एक क्षारीय कार्बनिक यौगिक है, जो हाइड्रोजन सल्फाइड को अवशोषित कर लेता है। एल्केजिड पर भाप के प्रवाह से हाइड्रोजन सल्फाइड निकल जाता और एल्केजिड फिर इस्तेमाल हो सकता है। उत्प्रेरकीय आक्सीकरण से गन्धक के कार्बनिक यौगिक निकलते हैं। इसके लिए 350°C पर ताजा फेरिक आक्साइड और सोडियम कार्बोनेट का मिश्रण और 435°C पर पुराना मिश्रण उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त हो सकता है। ताजे मिश्रण में फेरिक आक्साइड ३४.४ प्रतिशत और सोडियम कार्बोनेट २३.८ प्रतिशत रहता है। पुराने उत्प्रेरकीय मिश्रण में ३३ प्रतिशत सोडियम सल्फेट, ०.३ प्रतिशत सोडियम सल्फाइड और ४ प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट रहते हैं। कार्बनिक गन्धक के हटाने में अल्प मात्रा में आक्सीजन का रहना आवश्यक होता है।

हाइड्रोजन सल्फाइड निकालने का तरीका वही है जो सिन्दरी के खाद के कारखाने में प्रयुक्त होता है। एक मोनार में आयर्न आक्साइड रखा रहता है। प्रायः ४० इंच की दूरी पर कई थाल रखे रहते हैं। साधारणतया १० से २० थाल रखे रहते हैं। इन थालों में १२ इंच की गहराई में आयर्न आक्साइड बिछा रहता है। प्रति सेकंड प्रायः ३.३ फुट के वेग से गैस-मिश्रण प्रवाहित होता है, यह उत्प्रेरक लगभग १२ सप्ताह काम देता है। उसके बाद फेंक दिया जाता है। गैस-मिश्रण में कुछ वायु भी प्रविष्ट करायी जाती है, ताकि वह कार्बनिक गन्धक के निकालने में सहायता करे। ऐसे शोधित गैस-मिश्रण में १००० घनफुट गैस में करीब दो ग्रैन गन्धक रहता है। जितना गन्धक सहा है, उससे यह मात्रा कुछ अधिक है।

गैस-मिश्रण में यदि आक्सीजन ०.०१२ आयतन प्रतिशत हो, तो हाइड्रोजन सल्फाइड कम निकलता है, ०.१७७-०.२०५ आयतन प्रतिशत होने से हाइड्रोजन सल्फाइड अधिक निकलता और ०.८०२-०.९०३ प्रतिशत होने से हाइड्रोजन सल्फाइड का निकलना फिर बहुत कम हो जाता है, आक्सीजन के ०.१७७-०.४४३ प्रतिशत रहने से कार्बनिक गन्धक यौगिक सन्तोषजनक रीति से निकल जाते हैं।

गन्धक निकालने की अन्य रीतियाँ हैं। एक रीति में गैस-मिश्रण को पहले भीगे लोहे के आक्साइड पर, फिर लोहे और अल्कली कार्बोनेट पर $400-450^{\circ}\text{C}$ पर और फिर अन्त में $300-400^{\circ}\text{C}$ पर लोहे के आक्साइड और अल्कली धातुओं के कार्बोनेटों पर प्रवाहित करते हैं।

केवल लोहे के आक्साइड के स्थान पर लोहे के आक्साइड और लकड़ी के बुरादे का उपयोग हुआ है। लकड़ी के बुरादे से आक्साइड सरल हो जाता है और तब गैसें सरलता से प्रविष्ट करती हैं। लोहे के आक्साइड को गंध के रूप में देने से भी गैसें सरलता से प्रवेश करती हैं।

यदि गन्धक की मात्रा बहुत अधिक हो, तो पहले अधिकांश गन्धक को अमोनिया-हाइड्रोक्साइड विधि से निकाल लेते हैं और तब लोहे के आक्साइड पर ले जाते हैं। ऐसा देखा गया है कि १००० घनफुट गैस में २५०० ग्रैन गन्धक से गन्धक की मात्रा १००० घनफुट गैस में ८० ग्रैन से नीचे गिर जाती है।

कुछ लोगो ने लोहे के आक्साइड में अन्य पदार्थों के मिलने से उसकी सक्रियता बहुत बढ़ी हुई पायी है। १० प्रतिशत सोडियम हाइड्राक्साइड अथवा १० प्रतिशत थोरिया के डालने से सक्रियता बहुत बढ़ जाती है। फुलर मिट्टी में लोहे के आक्साइड और ३० प्रतिशत सोडियम हाइड्राक्साइड से गन्धक की मात्रा १००० घनफुट में ०.३५ ग्रैन हो गयी है। इसी प्रकार ताँबे और निकेल के हाइड्राक्साइड के डालने से भी उत्प्रेरक की दक्षता बढ़ी हुई पायी गयी है।

कार्बनिक गन्धक-योगिकों के निकालने के सम्बन्ध में अनेक प्रयोग हुए हैं। चीनी मिट्टी पर निकेल हाइड्राक्साइड के उपयोग से गन्धक योगिकों की मात्रा बहुत घटी हुई पायी गयी है। अनेक कार्बनिक गन्धक योगिक अवकरण से हाइड्रोजन सल्फाइड में परिणत हो जाते हैं।

ताँबे पर निक्षिप्त यूरैगियम और सीरियम ४:१ के अनुपात में ६६०° फ० पर प्रति घण्टा ५००० आयतन वेग से अच्छा उत्प्रेरक प्रमाणित हुआ है। इससे कार्बन डाइ-सल्फाइड निकल जाता, पर थायोफीन नहीं निकलता है। कार्बनिक गन्धक योगिकों को अवकृत कर हाइड्रोजन सल्फाइड में परिणत करने के लिए अनेक उत्प्रेरकों के उपयोग हुए हैं। ऐसे उत्प्रेरकों में अकार्बनिक अम्लों या अम्ल निक्षर्कों के साथ सीस, बज्ज और ताँबा इत्यादि धातुएँ, लेड क्रोमेट, कैल्सियम फ्लुवेट, क्युप्रिक आक्साइड और लेड एसिटेट तथा बहुमूल्य धातुएँ, रजत और स्वर्ण हैं।

प्रतिक्रिया

कार्बन मनाक्साइड पर हाइड्रोजन की प्रतिक्रिया से निम्नलिखित समीकरण के अनुसार क्रियाएँ सम्पन्न हो सकती हैं—



यदि हाइड्रोजन की मात्रा कम हो और उत्प्रेरक की हाइड्रोजनीकरण-क्षमता प्रबल न हो, तो पहली प्रतिक्रिया होती है। यदि हाइड्रोजन की मात्रा अधिक हो और उत्प्रेरक की हाइड्रोजन-क्षमता प्रबल हो तो दूसरी प्रतिक्रिया होती है। निकेल अथवा कोबाल्ट के स्थान पर यदि लोहा उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त हो तो तीसरी प्रतिक्रिया होती है।

हाइड्रोकार्बन के निर्माण की प्रतिक्रियाएँ ऊष्मा-क्षेपक होती हैं और इसमें आयतन की कमी होती है, इस कारण निम्न ताप और ऊँचे दबाव से प्रतिक्रिया का वेग बढ़ता है। यह प्रतिक्रिया निकेल अथवा कोबाल्ट उत्प्रेरक से 305°C पर और लोहा-उत्प्रेरक से 465°C पर सम्पन्न होती है। साधारणतया ये प्रयोग धूल्य और प्रति वर्ग इंच पर १५० पाउण्ड दबाव पर होते हैं। गैस-मिश्रण को अनेक कदों में ले जाते हैं। वहाँ प्रतिक्रियाएँ सम्पन्न होती हैं और उत्पादक संघनित्र में संघनित होता है और आसवन से उसे विभिन्न अंशों में विभाजित करते हैं।

इस प्रतिक्रिया में उत्प्रेरकों का कार्य क्या होता है, इस सम्बन्ध में बहुत अन्वेषण हुए हैं। अनेक वैज्ञानिकों का मत है कि धातुओं के कार्बाइड बनते हैं। ये कार्बाइड अस्थायी होते हैं। ये शीघ्र ही विच्छेदित हो जाते हैं। 660°C से नीचे ताप पर ये कार्बाइड हाइड्रोजन से विच्छेदित होकर मिथेन और अल्प मात्रा में ईथेन बनते हैं। ताप के 660°C ऊँचा होने पर कार्बाइड से कार्बन मुक्त होता है। इस कारण इस प्रतिक्रिया का ताप 660°C से ऊपर नहीं रहना चाहिए।

फिगर का मत है कि कार्बाइड पर हाइड्रोजन की प्रतिक्रिया से मेथिलीन मूलक ($-\text{CH}_2$) बनते हैं। इन मूलकों के जोड़ने से विभिन्न लम्बाई और विभिन्न संकुचित की शृंखलाएँ बनती हैं। मेथिलीन मूलक के निर्माण का स्पष्टीकरण इस समीकरण से सरलता से हो जाता है—

$\text{CO} + 2\text{H}_2 = (\text{CH}_2) + \text{H}_2\text{O} (+ 105 \text{ ब्रिटिश-ऊष्मा-मात्रक})$
अथवा लोहा उत्प्रेरक से प्रतिक्रिया इस प्रकार होती है—



उत्प्रेरकों से केवल मेथिलीन मूलक ही नहीं बनता, बल्कि उसमें पुरुमाजन और हाइड्रोजनीकरण भी होता है। शुद्ध निकेल सदा कुछ उत्प्रेरक है जिनसे केवल कार्बाइड बनते हैं। उनसे पुरुमाजन नहीं होता। कुछ उत्प्रेरकों से कार्बाइड बनते और पुरुमाजन तथा हाइड्रोजनीकरण भी होते हैं। इसी कारण एक उत्प्रेरक के स्थान में उत्प्रेरकों के मिश्रण अच्छे समझे जाते हैं।

स्टोर्च (Storch) का मत है कि हाइड्रोजन पहले धातुओं का हाइड्राइड बनता, जो कार्बाइड के बनने में सहायक होता है।

मेथिलीन से या तो बहुत बड़े अणुवाले हाइड्रोकार्बन बनते हैं, जिनके फिर भंजन में अपेक्षया कम अणुवाले हाइड्रोकार्बन बनते हैं जो कृत्रिम पेट्रोल में पाये जाते हैं, अथवा छोटे-छोटे मेथिलीन के पुष्पभाजन से बड़े अणुवाले हाइड्रोकार्बन बनते हैं। कुछ लोग पहले मत के समर्थक हैं और कुछ लोग दूसरे मत के।

क्रैक्सफोर्ड (Craxford) का मत है कि मेथिलीन के पुष्पभाजन से और हाइड्रोजन-भंजन से हाइड्रोकार्बन बनते हैं। इस मत की पुष्टि में उन्होंने अनेक प्रयोग किये हैं। इनके अन्वेषणों से पता लगता है कि धातुओं के कार्बाइड पहले बनते और फिर वे मेथिलीन बनते और मेथिलीन के पुष्पभाजन से पेट्रोलियम बनता है। कुछ जापानी रसायनज्ञों का भी यही मत है। उनके विचार से उत्प्रेरक हाइड्रोजन का अधिशोषण करता है और तब कार्बाइड पर को क्रिया से मेथिलीन बनता है। यह मेथिलीन फिर पुष्पभाजित, और अवकृत होकर हाइड्रोकार्बन में परिणत हो जाता है। तीन क्रमों में पुष्पभाजन, अवकरण और अवशोषण साथ-साथ चलकर हाइड्रोकार्बन प्राप्त होता है।

कोबाल्ट उत्प्रेरकों से ३२०° फ० से ऊपर पेट्रोल के हाइड्रोकार्बन बनते हैं, क्योंकि इस ताप के ऊपर ही हाइड्रोजन का अधिशोषण होता है। लोह-उत्प्रेरकों का काम उच्चतर ताप पर इस कारण होता है कि उच्चतर ताप पर ही लोहा कार्बाइड बनता है।

धातु के आक्साइड का आक्मिजन हाइड्रोजन के साथ मिलकर जल बनता है जो उत्प्रेरक द्वारा शोषित हो जाता है। कुछ लोगों का मत है कि हाइड्रोकार्बन बनने में आक्मिजनवाले यौगिक सहायक होते हैं।

कुछ लोगों का मत है कि बिना कार्बाइड बने भी मेथिलीन बन सकता है। इसके लिए कीटीन का बनना आवश्यक बतलाया जाता है। कीटीन बड़ा सन्निक कार्बनिक यौगिक है और इसमें हाइड्रोकार्बन का बनना सरलता से प्रदर्शित किया जा सकता है।

प्रतिक्रिया प्रतिवर्ती

संश्लिष्ट पेट्रोलियम के निर्माण में गैस-मिश्रण पर जो प्रतिक्रियाएँ होती हैं, उन पर अनेक बातों का प्रभाव पड़ता है। इनमें निम्नलिखित बातें उल्लेखनीय हैं—

ताप का प्रभाव—प्रतिक्रिया पर ताप का प्रभाव बहुत अधिक पड़ता है। भिन्न-भिन्न उत्प्रेरकों में प्रतिक्रिया भिन्न-भिन्न ताप पर महत्तम होती है। यदि निकेल

अथवा कोवाल्ट उत्प्रेरक प्रयुक्त हो तो 350° फ० से निम्न ताप पर क्रिया बड़ी मन्द होती है। 480° फ० से ऊपर ताप पर भी द्रव पेट्रोलियम की मात्रा शीघ्रता से घटती है और उसी अनुपात में मियेन की मात्रा बढ़ती है। 480° फ० से ऊपर ताप पर मियेन की मात्रा अधिक रहती है और आक्सीजन जल के स्थान में कार्बन डाइ-आक्साइड के रूप में प्राप्त होता है।

लोहे के उत्प्रेरक से लगभग 465° फ० पर महत्तम उत्पाद प्राप्त होता है। उत्पाद की प्रकृति बहुत कुछ ताप और दबाव पर निर्भर करती है। कार्बन मोनॉक्साइड के हाइड्रोजनीकरण से निम्न ताप पर अजु-गुंखला हाइड्रोकार्बन बनते, $475-540^{\circ}$ फ० पर एल्कोहल बनते और $540-605^{\circ}$ फ० पर आइसो-पैराफिन बनते और $605-930^{\circ}$ फ० पर सौरमिक बनते हैं।

दबाव का प्रभाव—बहुत ऊँचे दबाव पर उच्च अणुभार के हाइड्रोकार्बन और आक्सीजन योगिक बनते हैं। पर मध्यम दबाव ७५ से २२० पाउण्ड प्रति वर्ग इंच दबाव अच्छा होता है। फिगर और पिचलर ने देखा था कि प्रति वर्ग इंच लगभग ७५ पाउण्ड दबाव तक दबाव की वृद्धि से उत्पाद की क्रमशः वृद्धि होती है। प्रति वर्ग इंच लगभग २२० पाउण्ड दबाव तक पैराफिन मोम की मात्रा बढ़ती है। मध्यम दबाव से उत्प्रेरक का जीवन दीर्घतम होता है। दबाव में उत्पाद की मात्रा पर क्या प्रभाव पड़ता है, यह निम्नलिखित आंकड़ों से स्पष्ट हो जाता है—

१००० घनफुट गैस-मिश्रण से उत्पाद की प्राप्ति पाउण्ड में

प्रति वर्ग इंच दबाव पाउण्ड में	गमस्त टोस और द्रव	पैराफिन मोम	पेट्रोल 390° फ० से नीचे	द्रव 390° फ० से ऊपर	एक म बार कार्बनवाली हाइड्रोकार्बन गैस
०	७.२८	०.६२	४.३०	२.३६	२.३७
२२	८.१६	०.९३	४.५५	२.६८	३.१२
७३.५	९.३५	३.७४	२.४३	३.१८	२.०६
२२०	९.०३	४.३६	२.४३	२.२४	२.०६
७३५	८.५९	३.३६	२.९३	२.३०	१.३१
२२००	६.४८	१.६८	२.१२	२.१२	१.९३

ताजे उत्प्रेरकों से उत्पाद की उपलब्धि अधिक होती है और पुराने उत्प्रेरकों से कम हो जाती है। यदि दबाव मध्यम हो तो उससे संयन्त्र के विस्तार में कमी हो जाती है।

गैस-मिश्रण के बहाव के वेग का प्रभाव

किस वेग से गैस-मिश्रण का बहाव होना चाहिए यह महत्व का है। उत्पाद की प्रकृति पर बहाव के वेग का पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। फिशर और पिचलर ने इस सम्बन्ध में बहुत काम किया है। उन्होंने प्रति पाउण्ड कोबाल्ट उत्प्रेरक पर प्रति घण्टा ३'२ घनफुट बहाव से १००० घनफुट गैस-मिश्रण से ११ ८ पाउण्ड उत्पाद प्राप्त किया था। ऐसे उत्पाद में ठोस पैराफिन ४८ प्रतिशत, द्रव हाइड्रोकार्बन ४४ प्रतिशत और तीन से चार कार्बनवाला हाइड्रोकार्बन ८ प्रतिशत प्राप्त किया था। जब बहाव का वेग प्रति घण्टा ३२ घनफुट था, तब ९'० पाउण्ड प्राप्त किया था, जिसमें ठोस पैराफिन १४ प्रतिशत, द्रव हाइड्रोकार्बन ७३ प्रतिशत और निम्न हाइड्रोकार्बन १३ प्रतिशत थे।

कोबाल्ट उत्प्रेरक से २२० पाउण्ड प्रति वर्ग इंच दबाव और ३९०° फ० पर निम्न-लिखित मात्रा में उत्पाद प्राप्त हुए थे—

बहाव घनफुट घण्टा प्रति पाउण्ड कोबाल्ट	१८'४	३७'०	५७'६	१६०
समस्त उत्पाद १००० घनफुट गैस से	६'३०	५'३०	३'७४	१'०३
बहाव के वेग की वृद्धि से ओलिफिन की मात्रा की वृद्धि होती है।				

हाइड्रोजन और कार्बन मनोंक्साइड के अनुपात का प्रभाव

गैस-मिश्रण में यदि कार्बन मनोंक्साइड की मात्रा अधिक हो तो उससे अधिक ओलिफिन और अधिक कार्बन डाइ-आक्साइड बनते हैं। यदि हाइड्रोजन का अनुपात अधिक हो तो संतृप्त हाइड्रोकार्बन और मिथेन की मात्रा अधिक बनती है महत्तम हाइड्रोकार्बन प्राप्त करने के लिए हाइड्रोजन और कार्बन मनोंक्साइड का अनुपात आयतन में २ : १ होना चाहिए।

उत्प्रेरक

कोयले अथवा प्राकृतिक गैस से पेट्रोलियम प्राप्ति के लिए किसी उत्प्रेरक का होना अत्यावश्यक है। फिशर और ट्रोप्प ने पहले-पहल लोहे और कोबाल्ट का उपयोग किया था। इनकी सक्रियता बढ़ाने के लिए उन्होंने उसमें ताँबा, सार और जि. आक्साइड डाला था। निकेल के उपयोग में उन्हें पहले सफलता नहीं मिली। पीट्र

उन्होंने देखा कि निकेल के साथ अन्य पदार्थों के रहने से निकेल भी प्रयुक्त हो सकता है।

केवल निकेल के साथ ही अन्य पदार्थों के डालने की आवश्यकता नहीं है, पर अन्य उत्प्रेरकों के साथ भी दूसरे पदार्थ डाले जा सकते हैं। इन पदार्थों के डालने के निम्न-लिखित उद्देश्य होते हैं।

- (१) ये पदार्थ उत्प्रेरक की सक्रियता को बढ़ाते हैं।
- (२) ये पदार्थ उत्प्रेरक में उत्प्रेरणा का गुण ला देते हैं।
- (३) ये उत्प्रेरकों को विपाक्त होने से बचाते हैं।
- (४) ये उत्प्रेरकों की भौतिक परिस्थिति को उन्नत कर देते हैं।
- (५) ये उत्प्रेरकों के लिए आधार बनते हैं।

इनके चुनाव में यह ध्यान रखना आवश्यक है कि उसमें ऐसे पदार्थ हों जिनका विशिष्ट प्रभाव प्रतिक्रिया पर पड़े और जिनमें विभिन्न अवयवों का अनुपात हो कि उससे अच्छा फल प्राप्त हो सके।

कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन के १ : २ अनुपात से १००० घनफुट गैस से प्रायः १३ पाउण्ड हाइड्रोकार्बन बन सकता है, पर गैस-मिश्रण में कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन के अतिरिक्त कार्बन डाइ-आक्साइड, नाइट्रोजन, मिथेन सदृश कुछ निष्क्रिय गैसों भी रहती हैं। इससे साधारणतया १००० घनफुट गैस से ११-२ पाउण्ड से अधिक हाइड्रोकार्बन नहीं बनता। निष्क्रिय गैसों के अधिक रहने से उनका उत्पादन कम करनेवाला प्रभाव पड़ता है। १० प्रतिशत से कम अमोनिया और आक्सीजन से पेट्रोल की मात्रा कम होती है। ताप के परिवर्तन से भी उत्पाद की मात्रा पर बहुत प्रभाव पड़ता है। किसी उत्प्रेरक से निम्न ताप पर ही अच्छी मात्रा में और किसी उत्प्रेरक से ऊँचे ताप पर अच्छी मात्रा में उत्पाद प्राप्त होते हैं।

निकेल उत्प्रेरक

निकेल के उत्प्रेरक बनाने में किसल गुहर पर निकेल नाइट्रेट का विलयन डालकर अल्काली कार्बोनेट का विलयन डालने में किसल गुहर पर निकेल अवशिष्ट हो जाता है। अब किसल गुहर को छानकर अलग कर धोते, सुखाते और हाइड्रोजन में अवकृत करते हैं। इसी प्रकार अमोनिया की उपस्थिति में निकेल-मैंगनीज-अलुमिना उत्प्रेरक करते हैं। ऐसे उत्प्रेरक का अवकरण निम्न ताप पर ही ५७०-६६०° से० पर हो जाता है।

एक दूसरा उत्प्रेरक १२५ ग्राम किसल गुहर पर १०० भाग निकेल, २० भाग मैंगनीज आक्साइड, ४ से ८ भाग थोरिया, अल्यूमिना, टंगस्टिक आक्साइड अथवा यूरेनियम आक्साइड से प्राप्त होता है। ऐसे उत्प्रेरक से $365-410^{\circ}\text{C}$ ताप पर प्रति घण्टा प्रति आयतन उत्प्रेरक पर लगभग १५० आयतन गैस-मिश्रण के वेग से प्रति १००० घनफुट गैस से ०.७५-१ ग्रैमल द्रव हाइड्रोकार्बन प्राप्त होता है।

एक दूसरा उत्प्रेरक तैयार हुआ है, जिसका जीवन बड़ा होता है। यह उत्प्रेरक किसेलगुर पर निकेल-मैंगनीज-अल्यूमिना के अवक्षेप से प्राप्त होता है। थोरियम, अलूमिनियम और सीरियम योगिकों से उत्प्रेरक की सक्रियता बढ़ जाती है।

कोबाल्ट उत्प्रेरक

जर्मनी में जो उत्प्रेरक प्रयुक्त होता था, वह किसेलगुर पर आधारित कोबाल्ट और थोरियम आक्साइड था। ऐसे उत्प्रेरक से १००० घनफुट गैस-मिश्रण से १०.५ पाउण्ड द्रव हाइड्रोकार्बन प्राप्त हुआ था। सन् १९३५ ई० तक कोबाल्ट-थोरियम-किसेलगुर उत्प्रेरक सर्वश्रेष्ठ समझा जाता था। यदि इसमें २ प्रतिशत तांबा रहे, तो उत्प्रेरक का अवकरण सरलता से होता है। जापान में भी एक उत्प्रेरक तैयार हुआ है, जिसमें तांबा ५-१० प्रतिशत, मैंगनीज आक्साइड ४-१२ प्रतिशत, थोरिया, अल्यूमिना अथवा यूरेनियम आक्साइड ४-१२ प्रतिशत था। ऐसे उत्प्रेरक में अच्छी मात्रा में पेट्रोलियम बना था। १८०-२२० भाग किसेलगुर पर १०० भाग कोबाल्ट आक्साइड, ८८ भाग थोरियम आक्साइड, ४-४ भाग मैंगनीसियम आक्साइड में भी अच्छा उत्प्रेरक प्राप्त होता है।

मैंगनीशिया की उपस्थिति से उत्प्रेरक की कठोरता बढ़ जाती है। पर मैंगनीशिया से पैराफिन की मात्रा कम बनती और थोरिया से अधिक बनती है। थोरिया और मैंगनीशिया के अनुपात में ऐसा साम्य होना चाहिए कि उससे उत्प्रेरक बहुत कोमल न हो जाय, और साथ ही पैराफिन के निर्माण में कमी न हो।

किसेलगुर में १ प्रतिशत से अधिक लोहा नहीं रहना चाहिए, नहीं तो उससे मिथेन की मात्रा बहुत बढ़ जाती है। अलूमिनियम ट्रायक्साइड की मात्रा भी ०.४ प्रतिशत या इससे कम ही रहनी चाहिए, नहीं तो उत्प्रेरक 'जेल' में परिणत हो जाता है। किसेलगुर को $1100-1300^{\circ}\text{C}$ पर जला लेने से इसमें वाष्पशील पदार्थों की मात्रा १ प्रतिशत से अधिक नहीं रहती। अम्ल के उपचार से लोहे की मात्रा कम हो जाती है पर अम्ल के उपचार से किसेलगुर की भौतिक दशा अच्छी नहीं रहती। इसलिए अम्ल से उपचार ठीक नहीं है।

मिश्र-धातु पंजर उत्प्रेरक

जिन उत्प्रेरकों का ऊपर वर्णन हुआ है, वे ताप के कुचालक होते हैं, प्रतिक्रिया में जो ऊष्मा उत्पन्न होती, वह शीघ्र ही फैल नहीं जाती। इस कारण जिनसे प्रतिक्रिया में उत्पन्न ऊष्मा का वितरण ठीक होता रहे, ऐसे उत्प्रेरकों की खोज हुई। इस दृष्टि में कुछ मिश्र-धातुओं के पंजर बने हैं। ये पंजर बहुत सरल होते हैं। ये पंजर निकेल के अथवा कोबाल्ट के अथवा इन दोनों की मिश्र-धातु के बने होते हैं। ऐसे कोबाल्ट-निकेल पंजर में ये धातुएं सम अनुपात में होती हैं। कुछ पंजर में निकेल और कोबाल्ट के साथ अल्प अलूमिनियम अथवा सिलिकन भी मिले रहते हैं। सिलिकन से बने उत्प्रेरक अलूमिनियम से बने उत्प्रेरक से अधिक सक्रिय होते हैं। इसमें अल्प मात्रा में भी ताँबा अथवा मैंगनीज नहीं रहना चाहिए। केवल निकेल से बने उत्प्रेरक के स्थान में निकेल-कोबाल्ट के बने उत्प्रेरक उत्कृष्ट होते हैं। ऐसे उत्प्रेरक से १००० घनफुट गैस-मिश्रण से ५.८ पाउण्ड पेट्रोलियम प्राप्त हो सकता है। इन उत्प्रेरकों का ह्रास शीघ्रता से होता है। ऐसे उत्प्रेरकों को गोलियाँ भी बनती हैं जिसका उल्लेख एक अमेरिकी पेटेण्ट नं० २,१३६,५०९ में हुआ है।

आलम्बित उत्प्रेरक

कुछ उत्प्रेरक ऐसे होते हैं जो किसी द्रव में आलम्बित रहते हैं। जब उत्प्रेरक का ताप बढ़ जाता है तब उससे द्रव का उद्घाटन होकर वह निकल जाता और उत्प्रेरक अधिक गरम नहीं होता। ऐसा एक उत्प्रेरक लोहा, मैंगनीसियम आक्साइड और जिंक आक्साइड से बना होता है। यह अन्ध्रोसीन तेल में आलम्बित रहता है। इस उत्प्रेरक से ७००° फ० और प्रति वर्ग इंच ३०० पाउण्ड पर स्नेहन-तेल और मोम अधिक मात्रा में बनता है। निकेल-अलूमिनियम किसलगुर उत्प्रेरक भारी गन्धक-मुक्त तेल में आलम्बित रहता है। इससे मिथेन की मात्रा अधिक बनती है।

ऐसे उत्प्रेरक ऊर्ध्वाधार नलियों में रखे होते हैं जिन पर पदचवाही संघनित्र लगा रहता है। द्रव का वाष्प संघनित्र में संघनित होकर लौट आता है।

ऐसे उत्प्रेरकों के उपयोग में दो श्रुतियाँ हैं। इनमें (१) प्रतिक्रिया उत्पाद का निकलना कुछ रुकित होता है और (२) अधिक स्थान की आवश्यकता होती है।

किसलगुर पर कोबाल्ट नाइट्रेट का विलयन डालकर २१२° फ० पर सोडियम कार्बोनेट डालने से कोबाल्ट अवक्षिप्त हो जाता है। इसे धो और सुखाकर चलनी में चाल लेते हैं। इसका कण ०.०४ से ०.१२ इंच का होना चाहिए। ऐसे चूर्ण के एक लिटर में ३२०-३५० ग्राम रहता है। इसका तब अवकरण करते हैं। अवकरण

के लिए ७५ प्रतिशत हाइड्रोजन और २५ प्रतिशत नाइट्रोजन उपयुक्त माना जाता है। इस गैस को ४०-६० मिनटों तक ८६०° फ० पर गरम कर लेते हैं। इस गैस का वेग ८८०० रहता है। अवकरण ताप जितना ही कम हो, उतना ही अच्छा होता है, पर कम ताप से समय अधिक लगता है।

यदि उत्प्रेरक में किसेलगुर १०० भाग, कोबाल्ट १०० भाग और थोरिया १८ भाग हो तो ऐसा उत्प्रेरक उत्कृष्ट कोटि का समझा जाता है। पर थोरिया का क्या काम है, यह ज्ञात नहीं है। फ्रैक्सफोर्ड ने एथिलीन के हाइड्रोजनीकरण से ईथेन में ६८° फ० पर निम्नलिखित उत्प्रेरकों की उपस्थिति में परिणत किया है—

- (१) केवल कोबाल्ट
- (२) कोबाल्ट और थोरिया १०० : १८
- (३) कोबाल्ट और किसेलगुर १ : १
- (४) कोबाल्ट-थोरिया-किसेलगुर १०० : १८ : १००
- (५) कोबाल्ट-थोरिया-किसेलगुर १०० : २१ : १००

सभी उत्प्रेरक एक से क्रियाशील पाये गये हैं। इससे वे परिणाम पर पहुँचे कि थोरिया और किसेलगुर से कोबाल्ट की सक्रियता में कोई अन्तर नहीं पड़ता। कार्बाइड के बनने में देखा गया है कि थोरिया और किसेलगुर दोनों ही कोबाल्ट की सक्रियता को बढ़ाते हैं। सबसे अधिक वृद्धि १८ प्रतिशत थोरिया से होती है। २१ प्रतिशत थोरिया से सक्रियता कम हो जाती है।

फ्रैक्सफोर्ड इस सिद्धान्त पर पहुँचे हैं कि थोरिया और किसेलगुर केवल उत्प्रेरक के तल की वृद्धि ही नहीं करते बल्कि वे कोबाल्ट कार्बाइड के निर्माण और अवकरण में सहायता करते हैं। अच्छा उत्प्रेरक वही होता है जिसमें कार्बाइड बनने की क्षमता अधिक, पर कार्बाइड अवकरण की क्षमता कम हो।

कोबाल्ट-निकेल उत्प्रेरक

कोबाल्ट-उत्प्रेरक में मिथेन की मात्रा कम और ओलिफिन की मात्रा अधिक बनती है। निकेल में ठोक इसके प्रतिकूल होता है। अतः यदि उत्प्रेरक में कोबाल्ट और निकेल की मात्रा सम भाग में हो, तो इससे एक का दोष दूसरे से दूर हो जाता है। पर किसी प्रवर्तक (promotor) से इनकी सक्रियता बढ़ती नहीं है। इस प्रकार की एक उत्कृष्ट कोटि के उत्प्रेरक में किसेलगुर १२० भाग, मैंगनीज आक्साइड २० भाग, यूरैनियम आक्साइड २० भाग और कोबाल्ट-निकेल १०० भाग रहते हैं।

द्रव-उत्प्रेरक

अमेरिकी पेटेण्ट नं० २,३४७,६८२ में ऐसे एक द्रव उत्प्रेरक का वर्णन है। इसमें प्रतिक्रिया का ताप $225-425^{\circ}\text{F}$ के बीच स्थायी रखा जा सकता है। यहाँ उत्प्रेरक बहुत महीन कणों में विभक्त रहता है। कण इतना महीन विभाजित होता है कि गैस-मिश्रण के प्रवाह में वह आलम्बित रहता है। ऐसे द्रव उत्प्रेरक से लाभ यह होता है कि प्रतिक्रिया की ऊष्मा बढ़ती हुई गैसों के कारण पात्रों की दीवारों से निकल जाती है। पात्रों के बाह्य तल पर शीतल द्रव बहता रहता है, जो ऊष्मा को ग्रहण कर लेता है।

लोहा-उत्प्रेरक

लोहा-उत्प्रेरकों पर बहुत अनुसन्धान हुए हैं, क्योंकि लोहा सस्ता होता है और जल्दी मिल जाता है। लोहा-उत्प्रेरकों से अर्धतृप्त हाइड्रोकार्बन अधिक मात्रा में बनते हैं, जिससे पेट्रोल की ओक्टेन संख्या ऊँची होती है। लोहे के उत्प्रेरक से यह आवश्यक नहीं कि हाइड्रोजन और कार्बन मनाक्साइड का अनुपात $2:1$ हो। इसके साथ जल-गैस भी प्रयुक्त हो सकती है और इसके लिए यह अच्छी होती है।

उत्प्रेरण गुण इसमें निकेल और कोबाल्ट की अपेक्षा कम होता है पर इससे ठोस मोम अधिक बनता है। इसमें ताँबा भी मिलाया जा सकता है। इसमें 0.5 प्रतिशत क्षार मिलाने से इसका जीवन बढ़ जाता है। सम्भवतः क्षार मिलाने से लोह फेरिक आक्साइड (Fe_2O_3) बनता है, जिससे उसकी सक्रियता बढ़ जाती है। यह चुम्बकीय फेरिक आक्साइड (Fe_3O_4) का बनना भी रोकता है, जिसकी सक्रियता कम होती है।

यह उत्प्रेरक फेरिक लवण पर पोटैसियम कार्बोनेट अथवा हाइड्राक्साइड द्वारा लोहे के अवक्षेप से प्राप्त होता है। यदि लवण में क्लोराइड आयन है तो उत्प्रेरक निष्क्रिय होता है और यदि उसमें नाइट्रेट आयन है तो वह सक्रिय होता है। दोनों की सक्रियता में वस्तुतः बहुत भेद है।

लोहा-उत्प्रेरक द्रव रूप में, गोलियों के रूप में और जमे हुए ठोस रूप में भी प्रयुक्त हुआ है। जमे हुए उत्प्रेरक से जो हाइड्रोकार्बन प्राप्त हुए हैं उनमें सशाख शृंखला पैराफिन की मात्रा अधिक पायी गयी है।

रूथेनियम-उत्प्रेरक

रूथेनियम-उत्प्रेरक से $300-450^{\circ}\text{F}$ और प्रति वर्ग इंच 450 पाउण्ड दबाव से ऊपर दबाव पर ठोस हाइड्रोकार्बन प्राप्त होने का दावा किया गया है। इस

समूह की अन्य धातुओं की अपेक्षा रुथेनियम सबसे अधिक उत्कृष्ट पाया गया है। रुथेनियम-उत्प्रेरक दीर्घजीवी भी होता है। ३८०° फ० और प्रति वर्ग इंच १५०० पाउण्ड दबाव पर १०० घनफुट गैस-मिथेन से लगभग ६.२ पाउण्ड पैराफिन मोम और ३.१ पाउण्ड द्रव पेट्रोलियम प्राप्त होता है।

इस उत्प्रेरक पर दबाव का बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है। वायुमण्डल के दबाव पर बहुत कम पेट्रोलियम बनता है। दबाव की वृद्धि से पेट्रोलियम की मात्रा शीघ्रता से बढ़ती जाती, इसमें ६० प्रतिशत द्रव और २५ प्रतिशत ठोस और गैसीय हाइड्रोकार्बन बनते हैं। रुथेनियम सरलता से प्राप्त नहीं होता। प्रचुर मात्रा में यह प्राप्य नहीं है। कोबाल्ट उत्प्रेरक से भी निम्न ताप पर मोम कम खर्च में प्राप्त हो सकता है।

प्रतिक्रिया-फल

हाइड्रोजन और कार्बन मनाॅक्साइड मिथेन के संश्लेषण से विभिन्न उत्प्रेरकों, विभिन्न तापों और विभिन्न दबावों से नाना प्रकार के पदार्थ बनते हैं, जिनमें प्ला-हाइड्रोकार्बन, अल्कोहल, अम्ल, कोटोन, एस्टर, ईथर, विभिन्न शृजु-शृंखला, पार्श्व-शृंखला, अशाख शृंखला और सीरमिक यौगिक प्रमुख हैं। साधारणतया यह प्रतिक्रिया या तो पेट्रोलियम-निर्माण के लिए या पेट्रोलियम और रासायनिक द्रव्यों के निर्माण के लिए या केवल रासायनिक द्रव्यों के निर्माण के लिए सम्पादित होती है। इनमें कुछ ईंधन-तेल, कुछ स्नेहन-तेल और कुछ मोम भी बनते हैं।

प्राथमिक प्रतिक्रिया-फल

सामान्य दबाव पर प्रधानतया शृजु शृंखला पैराफिन और मोनो-ऑलिफिनोय हाइड्रोकार्बन प्राप्त होते हैं। बड़ी अल्प मात्रा में नैपथीन और सीरमिक प्राप्त होते हैं। परिस्थिति के अनुसार आविसजन-यौगिक क्षुण्य से कुछ प्रतिशत तक बनते हैं।

कोबाल्ट-उत्प्रेरक द्वारा मिथेन से लेकर कठोर मोम तक प्राप्त होते हैं। कठोर मोम के अणुभार लगभग २००० तक हो सकते हैं। रुथेनियम से २३०० अणुभार तक के यौगिक प्राप्त हुए हैं।

इस प्रतिक्रिया में १० से १५ प्रतिशत तक मिथेन रहता है, सामान्य दबाव पर १४ या १५ प्रतिशत और मध्यम दबाव पर इससे कम रहता है। प्रारम्भ में यदि हाइड्रोजन की मात्रा कम हो, तो मिथेन की मात्रा और कम हो सकती है। पीछे हाइड्रोजन की मात्रा बढ़ाने से भी मिथेन की मात्रा उतनी नहीं बढ़ती। इस प्रकार मिथेन की मात्रा १० प्रतिशत तक बढ़ायी जा सकती है। ऐसे उत्पादों में अच्छा स्नेहक नहीं पाया जाता।

वायुमण्डल के दबाव पर जो द्रव-पेट्रोलियम प्राप्त होता है, उसकी मात्रा प्रायः १३ प्रतिशत रहती है। ऐसे पेट्रोलियम में पेट्रोल ५२ प्रतिशत, डीजेल-तेल २६ प्रतिशत और मोम ९ प्रतिशत रहते हैं। मध्यम दबाव पर जो पेट्रोलियम प्राप्त होता है, उसकी मात्रा लगभग ७० प्रतिशत, जिसमें पेट्रोल ३८ प्रतिशत, डीजेल-तेल ३० प्रतिशत और मोम २५ प्रतिशत रहते हैं। मध्यम दबाव प्रति वर्ग इंच पर लगभग १५० पाउण्ड पर मोम की मात्रा अधिक रहती है।

पेट्रोलियम में ओलिफिन की मात्रा बढ़ाने की चेष्टाएँ हुई हैं। इससे दो लाभ होते हैं। एक तो पेट्रोल की ओक्टेन संख्या इससे बढ़ जाती है। दूसरे ओलिफिन से आक्सिजन यौगिक, अल्कोहल इत्यादि बना सकते हैं।

लोह-उत्प्रेरक के सहयोग से २० प्रतिशत मियेन और कुछ ईथेन, २४ प्रतिशत २ से ४ कार्बनवाले हाइड्रोकार्बन, ३८.५ प्रतिशत पेट्रोल, ११ प्रतिशत गैस-तेल, १ प्रतिशत मोम और ५.५ प्रतिशत अल्कोहल प्राप्त होते हैं। २ से ४ कार्बनवाले हाइड्रोकार्बनों में ८ प्रतिशत एथिलीन, ३ प्रतिशत प्रोपेन, ९ प्रतिशत प्रोपिलीन, २ प्रतिशत ब्यूटेन और ८ प्रतिशत ब्यूटिलीन रहते हैं। चार कार्बनवाले हाइड्रोकार्बनों में ७५ प्रतिशत आइसो-ब्यूटेन और आइसो-ब्यूटिलीन रहते हैं।

एक क्रम में वायुमण्डल के दबाव पर निम्नलिखित प्रतिक्रिया-फल प्राप्त होते हैं—

प्रतिक्रिया-फल	समस्त भार प्रतिशत	ओलिफिन वायुमण्डल प्रतिशत
३ से ४ कार्बन अंश	८	५५
५ कार्बन (३००° फ०) अंश	४६	४१
३००-३९०° फ० अंश	१४	२५
३९०-६००° फ० अंश	२२	१०
तेल में मोम	३	समस्त १२०° फ०

दो क्रमों में विश्लेषण से प्रतिक्रिया-फल

प्रतिक्रिया-फल	क्वथनांक	विशिष्ट भार	भार में प्रतिशत		आयतन में प्रतिशत	
			पहला क्रम	दूसरा क्रम	पहला क्रम	दूसरा क्रम
३ से ४ कार्बन अंश	—	—	५	२	५०	२५.३०
५ कार्बन अंश (३००° फ०)	८५-३००° फ०	०.६६	२६	५८	३५.४०	२०
३००-५७५° फ०	२००-५७५° फ०	०.७४	२६.५	११	१२	१२
मोम	—	०.८५	—	२१	—	—

तीन क्रमों में विश्लेषण से प्रतिक्रिया-फल

प्रतिक्रिया-फल	भार में प्रतिशत	आयतन में प्रतिशत
३ से ४ कार्बनवाले अंश	१०	४०
५ कार्बनवाले अंश (३४०° फ०)	२५	२४
३४०-५३५° फ० अंश	३०	९
५३५-६४०° फ० अंश	२०	कोमल मोम
कठोर मोम	१५	गलनांक प्रायः १९५° फ०

प्रतिक्रिया-फल का पृथक्करण

प्रतिक्रिया-फल के संघनन से भारी उत्पाद संघनित हो जाते हैं। हल्के उत्पादों को अवशोषण बयवा अधिशोषण द्वारा प्राप्त करते हैं। भारी उत्पाद को उद्भावन-भोनार में जल के संस्पर्श से संघनित कर गैसीय हाइड्रोकार्बनों और हल्के पेट्रोल को

सक्रियित कोयले द्वारा अधिशोषित कर लेते हैं। हर कारखाने में ७ ऐसी मीनारें होती हैं। इनमें दो मीनारें अधिशोषण के लिए, एक मीनार भाप के लिए, दो मीनारें सुखाने के लिए और दो मीनारें ठंडा करने के लिए होती हैं। इनमें अधिशोषण मीनारों में ४० मिनट, भाप मीनार में २० मिनट, शोषण मीनारों में ४० मिनट और शीतक मीनारों में ४० मिनट समय लगता है।

मध्यम दबाव प्रतिक्रिया-फल को तेल में अवशोषित कर लेते हैं। इससे छोटे-छोटे हाइड्रोकार्बन पूर्ण रूप से अवशोषित नहीं होते। इससे सक्रियित कार्बन कहीं अच्छा होता है। कार्बन डाइ-आक्साइड को अल्केजिड रीति से क्षारीय कार्बनिक यौगिकों के द्वारा निकाल लेते हैं।

पेट्रोल

सामान्य संश्लेषण से जो पेट्रोल प्राप्त होता है, उसमें ऋजुशृंखला पैराफिन के रहने से उसकी ओक्टेन-संख्या नीची होती है। फिशर रीति से सामान्य दबाव पर प्राप्त पेट्रोल की ओक्टेन-संख्या भी केवल ५५ रहती है। इसमें ०.५ सी० सी० लेड टेस्ट्रा-एथिल डालने से ओक्टेन-संख्या ७२ पहुंच जाती है। दो-क्रमों से प्राप्त ८५-२८५° फ० क्वथनांकवाले पेट्रोल की ओक्टेन-संख्या ६२ रहती है। ऐसा पेट्रोल बहुत वाष्पशील होता है। ऊँचे क्वथनांकवाले अंश को तापीय भंजन से पेट्रोल में परिणत कर सकते हैं। ऐसे पेट्रोल को हलके पेट्रोल के साथ मिलाकर इस्तेमाल करते हैं।

संश्लिष्ट पेट्रोलियम के ११३° फ० और ७०२° फ० के बीच आसवन से ऐसा पेट्रोल प्राप्त हुआ था, जिसकी ओक्टेन-संख्या ६६ थी। यहाँ अवशिष्ट अंश और नैफ्था का भंजन और भंजित गैसों का पुरुभाजन भी हुआ था। बिना भंजन के भी केवल पेट्रोल के भंजन ताप के नीचे ताप पर उत्प्रेरक पर प्रवाहित करने से ओक्टेन-संख्या ८ से २४ तक बढ़ जाती है। ऐसा समझा जाता है कि पुरुभाजन के कारण ऐसा होता है। ओलिफिन में द्विवन्ध का स्थान बदलने, अन्त से बीच में आ जाने से प्रति-आघात का गुण बढ़ जाता है। जिस पेट्रोल की ओक्टेन संख्या ४४ थी और जिसमें ३५ प्रतिशत ओलिफिन था उसकी ओक्टेन-संख्या इससे बढ़कर ५२ हो गयी थी। एक दूसरे नमूने में जिसकी ओक्टेन-संख्या ४१ थी और जिसमें ५५ प्रतिशत ओलिफिन था, उसकी ओक्टेन-संख्या ६७ हो गयी।

प्लैटिनम तार की कुण्डली में विद्युत् द्वारा गरम किये भारी तेल के प्रवाहित करने से निम्न ताप पर ही ५० प्रतिशत से अधिक तेल का भंजन हो जाता है और भंजित उत्पाद में ९० प्रतिशत असंतृप्त हाइड्रोकार्बन प्राप्त होता है। अलूमिनियम क्लोराइड की उपस्थिति में भी ऐसे पेट्रोल का भजन हुआ है। इसके लिए १० से २० प्रतिशत अलूमिनियम क्लोराइड प्रयुक्त हुआ है। १५ प्रतिशत अलूमिनियम क्लोराइड से पेट्रोल की सबसे अधिक मात्रा प्राप्त हुई है। ऐसे पेट्रोल में आइसो-पैराफिन की मात्रा अधिकतम होती है और उसकी ओक्टेन-संख्या ऊँची होती है।

३९०° फ० से ऊपर ताप पर उबलनेवाले अंश के बार-बार भजन से पेट्रोल की मात्रा लगभग ३८ प्रतिशत और गैस की मात्रा प्रति पाउण्ड ६.४ घनफुट प्राप्त हुई थी। ऐसे पेट्रोल में ८० से ९० प्रतिशत ओलिफिन था और केवल २ प्रतिशत सौरभिक।

यदि केवल ऊष्मा से ही उच्च ताप पर १०४०° से ११७५° फ० पर भंजन किया जाय, तो उससे उत्पाद में ६० प्रतिशत ओलिफिन और ३ प्रतिशत हाइड्रोजन प्राप्त होते हैं। उच्चतर ताप से ओलिफिन की मात्रा बढ़ जाती है। निम्न ताप पर ब्युटाडीन की मात्रा कम रहती है, पर ताप की वृद्धि से बढ़ जाती है। पैराफिन गैसों से मिथेन और ईथेन और ओलिफिन गैसों में एथिलीन और प्रोपिलीन और अल्पतर मात्रा में ब्युटिडीन रहते हैं।

यदि भंजन सिलिका-अलूमीना उत्प्रेरक पर १११०° फ० पर किया जाय, तो गैस की मात्रा बढ़ जाती है और पेट्रोल की प्रकृति में भी परिवर्तन होता है। ऐसे पेट्रोल में ओलिफिन की मात्रा कम और सौरभिक और सतृप्त हाइड्रोकार्बनों की मात्रा अधिक रहती है। इससे हाइड्रोजन की मात्रा में भी वृद्धि होती, पैराफिन की मात्रा में कमी होती और ओलिफिन की मात्रा यद्यपि बदलती नहीं, पर प्रकृति बदल जाती है। एथिलीन के स्थान में प्रोपिलीन और ब्युटिडीन की मात्रा बढ़ जाती है।

यदि भंजन अलूमीना-क्रोमिया-कोबाल्ट आक्साइड अथवा क्रोमियम-कोबाल्ट आक्साइड उत्प्रेरक के सहयोग से हो, तो उसमें ५० प्रतिशत से अधिक सौरभिक हाँ जाते हैं, यद्यपि भंजन ५-१० प्रतिशत का ही होता है।

लोहे उत्प्रेरक की उपस्थिति में जो प्रतिक्रिया फल प्राप्त होता है उसमें ७ प्रतिशत तक अल्कोहल रहता है। ऐसे पेट्रोल की ओक्टेन-संख्या ६८-७० होती है। यदि इस पेट्रोल को ७५०-८४०° फ० पर अलूमीना पर प्रवाहित किया जाय, जिससे आक्सीजन योगिकों का हाइड्रोजनीकरण हो जाय और उसे फुलर मिट्टी पर ३५५-३९०°

फ० पर परिष्कृत किया जाय तो उसकी ओक्टेन-संख्या ८४ तक बढ़ जाती है। ऐसे पेट्रोल में ७० प्रतिशत ओलिफिन रहता है।

ऐसे पेट्रोल में गन्धक नहीं रहता और डाइओलिफिन भी बहुत अल्प मात्रा में प्रायः शून्य रहता है। ऐसे पेट्रोल से गन्धक निकालने अथवा गोद बनाने के गुण को कम करने की आवश्यकता नहीं रहती। इसमें केवल क्षार से धोकर कार्बनिक अम्लों के निकालने की आवश्यकता पड़ती है। ऐसे पेट्रोल में गोद बनने की सम्भावना रहती है क्योंकि मोनो-ओलिफिन ज्यों के त्यों रहते हैं। ऐसे पेट्रोल को १५ मास तक बन्द रखने से ओक्टेन-संख्या में केवल ३ मात्रक की कमी देखी गयी थी। ऐसा कहा जाता है कि अर्थो-क्रिसोल से पैराक्साइड का बनना रुक जाता है। ऐसे पेट्रोल में पैराक्साइड नहीं बनता।

डीजेल तेल

संडिलप्ट पेट्रोलियम से जो डीजेल तेल प्राप्त होता है उसकी सीटेन-संख्या १०० या १०० से ऊपर होती है। ऐसे आदर्श तेल का वयनांक ३९०—६८०° फ०, विशिष्ट भार प्रायः ०.७६९, हाइड्रोजन की मात्रा १५.२ प्रतिशत और दहन-ऊष्मा प्रति पाउण्ड १८,९०० से २०,३०० ब्रिटिश-ऊष्मा-मात्रक होती है।

गत विश्वयुद्ध के समय में जर्मनी में जो डीजेल तेल प्रयुक्त हुआ था, उसका वयनांक ३१०—४८५° फ०, घनत्व ०.७४३ से ०.७४९, ठोसांक -३६ से -४२° फ० और ज्वलनांक ८० से १२०° फ० था। ऐसे तेल की सीटेन-संख्या ७५-७८ थी। आजकल ऐसा तेल डीजेल इंजन के लिए उपयुक्त नहीं समझा जाता।

संडिलप्ट पेट्रोलियम से प्राप्त डीजेल की सीटेन-संख्या ऊँची होने पर भी डीजेल इंजन के लिए वह सन्तोषप्रद नहीं समझा जाता। उसे पेट्रोलियम तेल अथवा कोयला-आसवन से प्राप्त तेल के साथ मिलाकर अच्छी कोटि का बनाया जाता है।

इस सम्बन्ध में कुछ प्रयोग निम्नताप पर उबलनेवाले तेल में हुए हैं। ऐसे तेल की सीटेन-संख्या ४० से ९० थी। पैराफिनीय और ऊँची सीटेन-संख्यावाले तेल में काले धुएँ अधिक मात्रा में बने थे। इससे दबाव वृद्धि का वेग नीचा था और दहन के समय सिलिंडर दबाव कम था। ऐसा समझा जाता है कि पैराफिनीय हाइड्रोकार्बनों के अग्न्यंश से अधिक बर्बन बनता है, जो धुएँ में निकलकर धुएँ को काला बना देता है।

संडिलप्ट पेट्रोल को प्राकृतिक पेट्रोल या कोयले के आसवन अंश के साथ मिलाकर संमिश्रण बनाना अच्छा होता है। ऐसे संमिश्रण में गोद बननेवाला अस्फाल्ट रहने

से इजन में अवरोध हो जाता है। इस कारण गोंद बननेवाले अंश को निकाल डालना बहुत आवश्यक है। यह सल्फर डाइ-आक्साइड के द्वारा होता है। इसमें खर्च कम पड़ता है। वही सल्फर डाइ-आक्साइड बार-बार इस्तेमाल हो सकता है। इसी प्रकार के कुछ अन्य संमिश्रण भी बने हैं, जिनके उत्कृष्ट कोटि के होने का दावा किया गया है। ऐसा संमिश्रण जल्दी जल उठता, कम कार्बन बनता और पूर्ण रूप से जल जाता है।

मोम

डोजेल तेल के निकाल लेने पर जो भाग बच जाता है, उसमें मोम रहता है। ऐसे मोम के अणुभार और गलनांक भिन्न-भिन्न होते हैं। मोम कोमल से लेकर कठोर तक होता है। मोम की मात्रा किस परिस्थिति में और किस उत्प्रेरक के सहयोग से पेट्रोलियम प्राप्त हुआ है उस पर निर्भर करती है। अधिक बक्का से मोम की मात्रा अधिक बनती है। रूपेनियम उत्प्रेरक से भी मोम की मात्रा अधिक बनती है।

इस प्रकार से प्राप्त मोम में नार्मल और आइसो-पैराफिन रहते हैं। ऐसे मोम का गलनांक $120-240^{\circ}$ फ० रहता है। इसके अणुभार २००० तक होते हैं। भिन्न-भिन्न उत्प्रेरकों के सहयोग से भिन्न-भिन्न मात्रा में और भिन्न-भिन्न गलनांक के मोम प्राप्त होते हैं। किसी विलायक से मोम को निकालकर उसकी मात्रा निर्धारित कर सकते हैं।

मोम के आंशिक आसवन से इन्हे कोमल और कठोर मोम में पृथक् कर सकते हैं। कोमल मोम का गलनांक $65-95^{\circ}$ फ० और कठोर मोम का लगभग 195° फ० होता है।

मोम को निकालने के लिए ऐसिडोन और पेट्रोल अच्छे विलायक समझे जाते हैं। कोमल मोम को बसा-अम्लो में भी परिणत कर सकते हैं। इन बसा-अम्लों को फिर साबुन बनाने अथवा खाने के लिए चर्बी में परिणत कर सकते हैं। इनमें स्नेहन-तैल भी बन सकता है। कठोर मोम के वद्युत गुण उच्च कोटि के होते हैं। इसके भंजन से पेट्रोल प्राप्त हो सकता है।

स्नेहक

कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन के साथे संश्लेषण से स्नेहक नहीं प्राप्त होता। स्नेहक प्राप्त करने के लिए निम्नलिखित प्रतिक्रिया का सम्पादन आवश्यक है—

(१) निम्नतर ओलिफिन का पुष्पाजन

(२) बड़ी-बड़ी शृंखलावाले ओलिफिन से सोरभिक का अल्कलीकरण

(३) मोम अथवा भारी तेल का क्लोरीकरण और बाद में संघनन या अल्कलीकरण

(४) भारी तेल में निःशब्द विद्युत-वितर्जन

जो उत्पाद 42.7°F और 60.7°F पर उबलता है अथवा जो मोम 46°F के नीचे पिघलता है, उसके भंजन से अच्छा स्नेहक प्राप्त होने का वर्णन हुआ है। ऐसे उत्पाद को भंजन से पहले छान लेते हैं, ताकि उससे कोवाल्ड उत्प्रेरक पूर्णतया निकल जाय, नहीं तो उसके रहने से अनावश्यक प्रतिक्रियाएँ होकर अनावश्यक पदार्थ बनते हैं। एक अच्छा स्नेहक भाप की उपस्थिति में 93.0°F पर भंजन से बना हुआ बताया गया है। ऐसे स्नेहन तेल का 4.4 प्रतिशत प्राप्त हुआ था। इसकी श्यानता लगभग 32.5 सेबोल्ड सेकंड 122°F ताप पर थी। एक दूसरा स्नेहक क्लोरीकरण से प्राप्त हुआ बताया जाता है। मध्य तेल में, जिसका क्वथनांक लगभग $422-662^{\circ}\text{F}$ था, $167-212^{\circ}\text{F}$ पर क्लोरीन के प्रवाह से $20-25$ प्रतिशत भार में वृद्धि हुई। इसे फिर नैफ्थीन के साथ पाँच से दो आयतन अनुपात में $142-212^{\circ}\text{F}$ पर उपचार से संश्लिष्ट नैफ्था अंश के 2 आयतन की जो उपस्थिति थी और अलूमिनियम धातु या अलूमिनियम क्लोराइड के उत्प्रेरक से जो उत्पाद प्राप्त हुआ था, उसके पृथक्करण, निराकरण, निःस्पन्दन और नैफ्था के निकाल लेने पर शून्यक में आसवन से जो अंग पहले प्राप्त हुआ वह टरबाइन तेल था और जो पात्र में रह गया वह सिलिण्डर तेल था।

फ्रांस में एक कारखाने में प्रति दिन 25 टन स्नेहक बन रहा है। उसके तैयार करने की रीति इस प्रकार की है—

(१) पैराफिन गैस-तेल का पहले क्लोरीकरण होता है।

(२) 142°F पर डाइक्लोरोईथेन को बेंजीन के साथ अलूमिनियम क्लोराइड की उपस्थिति में मिला देते हैं।

(३) 230°F पर क्रिया को समाप्त करते हैं।

एक टन स्नेहक की प्राप्ति के लिए 600 किलोग्राम पैराफिन तेल, 600 किलोग्राम बेंजीन और 100 किलोग्राम डाइक्लोरो ईथेन आवश्यक होता है। सारी क्रियाएँ 6 घण्टे में सम्पन्न होती हैं। समस्त भार का 10 प्रतिशत अलूमिनियम क्लोराइड लगता है।

अच्छी श्यानता के स्नेहक के लिए ओलिफिन का पुरुमाजन $245-345^{\circ}\text{F}$ पर अलूमिनियम क्लोराइड की उपस्थिति में सम्पन्न किया जाता है। एथिलीन के पुरुमाजन से जर्मनी में स्नेहक तैयार हुआ था। ऐसा एथिलीन उच्च कोटि का शुद्ध

होना चाहिए। इसका पुरुभाजन अलूमिनियम की उपस्थिति में लगभग २५०° फ० पर होता है। अलूमिनियम क्लोराइड में ४ प्रतिशत फेरिक क्लोराइड भी मिला रहता है। दबाव ६०-१०० वायुमण्डल रहता है। इसमें ८० प्रतिशत स्नेहक प्राप्त होना बताया जाता है। इसकी द्र्यानता १२० सेबोल्ड होती है और वह ताप और प्रतिक्रिया-फल पर निर्भर करती है। इस काम के लिए एथिलोन ईथेन के भंजन अथवा एसिटिलोन के हाइड्रोजनीकरण से प्राप्त होता है। इस विधि की सफलता अधिकांश एथिलीन की शुद्धता पर निर्भर करती है।

स्नेहक के हाइड्रोजनीकरण में उच्चतर द्र्यानता का स्नेहक प्राप्त होता है। मोम से भी स्नेहक प्राप्त होता है। स्नेहक प्राप्त करने के अनेक पेटेण्ट लिये गये हैं।

अन्य प्रतिक्रिया-फल

पेट्रोलियम के संश्लेषण में अनेक रासायनिक द्रव्य भी प्राप्त हो सकते हैं। ऐसे रासायनिक द्रव्यों में निम्नलिखित महत्त्व के हैं—

वसा-अम्ल—पैराफिन मोम के आक्सीकरण से वसा-अम्ल प्राप्त होता है। पेट्रोलियम के सामान्य संश्लेषण में भी अल्प मात्रा में वसा-अम्ल बनता है। पर मोम के आक्सीकरण से केवल मोनो-कार्बोक्सिलिक अम्ल की मात्रा बहुत कुछ बढ़ायी भी जा सकती है। यह क्रिया वसा-अम्लों के मँगनीज लवण की उपस्थिति में सम्पादित होती है। कुछ लोगों ने कोबाल्ट उत्प्रेरक से भी यह क्रिया सम्पादित की है। जर्मनी में कई कारखाने इसके लिए खुले हैं। एक ऐसे कारखाने में प्रति वर्ष ४०,००० टन वसा-अम्ल तैयार होता था। मोम के इस प्रकार आक्सीकरण से फोमिक अम्ल बनता है जो चारे के संरक्षण में, और जो ऐसिटिक अम्ल बनता है वह सैल्यूलोज के एस्टरीकरण में, तथा जो प्रोपियोनिक अम्ल बनता है वह पावरोटो के संरक्षण में प्रयुक्त होता है। इससे अल्कोहल भी बनते हैं जो यैलिक एन्हाइड्राइड के साथ मिलकर एल्कीड रेजिन बनते हैं। १० से १८ कार्बनवाले अंश साबुन बनाने और खाने की घर्षी बनाने के काम में आते हैं। खाने की घर्षी के लिए ९ से १६ कार्बनवाले अंश अच्छे होते हैं। इनसे बहुत हलके सोडियम हाइड्रक्साइड विलयन द्वारा डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल निकाल आते हैं। १८ से २४ कार्बनवाले अंश का उपयोग चमड़ा मुलायम करने के लिए और प्लास्टिक ढलाई में स्नेहक के रूप में होता है।

भक्ष्य वसा—वसा-अम्लों के ग्लिसरिन के सहयोग से जर्मनी में खाने की वसा बनती थी। ऐसी वसा का कम से कम ९० प्रतिशत तक का पाचन हो जाता है। ऐसी वसा में सम और विषम कार्बन संख्यावाले दोनों प्रकार के अम्लों के एस्टर रहते हैं।

प्राकृतिक चर्वों या घी में केवल विषम कार्बन संख्यावाले अम्लों के एस्टर रहते हैं। एक कारखाने में प्रति मास १५० टन खानेवाली चर्वों बनती थी, जो गुण में ओलियो-मार्गेरिन-जैसी थी।

खानेवाली वसा के निर्माण के लिए ८ से २० कार्बनवाले अम्लों में ग्लिसरिन (३ से ४ प्रतिशत आधिक्य में) डालकर ३९२° फ० और २ मिलीमीटर दबाव पर ०.२ प्रतिशत टिन धातु को उपस्थिति में गरम करते हैं; इससे ग्लिसराइड बनता है। उसको अम्ल से धोकर टिन को निकाल लेते हैं; तब उदासोन कर सक्रियित कोयले और विरंजक भिट्टी से उपचारित कर, छान, दवा और भाप से दो मिली-मीटर दबाव पर ३९०° फ० पर गरम कर, २० प्रतिशत जल मिलाकर पायस (इमल्शन) बनाकर, ठंडा कर और पीसकर विटामिन मिलाकर बेचते हैं।

साबुन—पेट्रोलियम संश्लेषण से प्राप्त वसा-अम्लों से बड़ी मात्रा में साबुन तैयार हो सकता है। जर्मनी में ऐसा साबुन बड़ी मात्रा में बना था। इस साबुन में कुछ गन्ध रहती है। गन्ध हटाने की चेष्टा निष्फल सिद्ध हुई है। यह गन्ध ब्युटिरिक अम्ल की गन्ध-सी होती है। घोंने का साबुन अच्छा प्राप्त होता है। प्रतिक्रिया में यने लम्बे शृंखलावाले अल्कोहल के सल्फोनिक एस्टर अच्छे अपसालक (detergent) सिद्ध हुए हैं।

स्नेहन-स्नेह—१८ से २४ कार्बनवाले अम्लों से जो सोडियम, लिथियम, कैल्-सियम, मैगनीसियम और यशद के साबुन बनते हैं, वे स्नेह (grease) के रूप में इस्तेमाल हो सकते हैं।

आक्सिजन यौगिक—सामान्य संश्लेषण में कुछ अल्कोहल बनते हैं। अल्कोहल की मात्रा बहुत कुछ बढ़ायी जा सकती है। इसके लिए ओलिफिन का उपयोग होता है। ओलिफिन के सल्फोनीकरण और पीछे उसके जल-विश्लेषण से अल्कोहल बनता है।

अन्य रासायनिक द्रव्य—उपर्युक्त रासायनिक द्रव्यों के अतिरिक्त कुछ और द्रव्यों का भी संश्लेषण हो सकता है। इन द्रव्यों में सडिलिष्ट स्वर, प्लास्टिक, मेथिल अल्कोहल, एसिटल्डीहाइड, ऐसीटोन, अन्य कीटोन, एथिल, प्रोपिल, ब्युटिल, एमिल अल्कोहल, ग्लिसरिन, सौरभिक हाइड्रोकार्बन, नैपथीन इत्यादि हैं।

सडिलिष्ट पेट्रोलियम का आर्थिक पहलू

संसार में प्राकृतिक पेट्रोलियम पर्याप्त मात्रा में विद्यमान है। वैज्ञानिकों का अनुमान है कि आज लगभग ७०० करोड़ बर्रेल पेट्रोलियम-तेल संसार में विद्यमान

है और इसकी मात्रा नयी खोजों से बहुत अधिक बढ़ायी जा सकती है। नये-नये कूनों का पता लग रहा है और संचित तेल की मात्रा क्रमशः बढ़ रही है। भविष्य में ऐसा अनुमान है कि पेट्रोलियम तेल की मात्रा ४९०० करोड़ बैरेल तक पहुँच सकती है।

प्राकृतिक पेट्रोलियम पर्याप्त सस्ता होता है, पर राज्य-कर, उत्पादन-कर और अन्य करों एवं वहन के कारण इसका मूल्य बढ़ जाता है।

संश्लिष्ट पेट्रोलियम महंगा पड़ता है। सब स्थानों का कोयला एक-सा नहीं होता। खानों से कोयला निकालने का खर्च भी भिन्न-भिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न पड़ता है। कोयला अनेक देशों में प्रचुरता से पाया जाता है। अमेरिका, इंग्लैंड, जर्मनी, भारत आदि सब देशों में पर्याप्त कोयला मिलता है। कोयले का प्रायः ३० प्रतिशत भाग निकालने में नष्ट हो जाता है। केवल ७० प्रतिशत भाग काम के लिए बच जाता है, जो पेट्रोलियम के निर्माण में प्रयुक्त हो सकता है। साधारणतया ०.७ टन बिटुमिनी कोयले से जो कोक प्राप्त होता है उससे एक बैरेल पेट्रोल प्राप्त हो सकता है। इसके सँभार करने में शक्ति लगती, भाप खर्च होती और अन्य खर्च पड़ते हैं। इस प्रकार एक टन कोयले से १.४३ बैरेल पेट्रोल प्राप्त होता है। बिटुमिनी कोयले के सीधे गैसीकरण से एक टन कोयले से २.३ बैरेल पेट्रोल प्राप्त हो सकता है।

यदि कोयले से पेट्रोलियम सीधे प्राप्त किया जाय तो खान से कोयला निकालने में श्रमिकों की आवश्यकता पड़ेगी। एक मनुष्य प्रायः पाँच टन कोयला निकाल सकता है। यह औसत परिमाण है। कुछ खानों में इससे बहुत अधिक कोयला निकाल सकता है। एक लाख बैरेल पेट्रोल के दैनिक उत्पादन के लिए ४३५००-७०००० टन बिटुमिनी कोयला लगेगा। इतना कोयला निकालने के लिए ८००० से १४००० मनुष्यों की आवश्यकता पड़ेगी। औसत ११००० मनुष्यों का रखा जा सकता है। इतने कोयले को गैस में परिणत करने और गैस को १ लाख बैरेल पेट्रोलियम में परिणत करने के लिए और ५००० मनुष्यों की आवश्यकता पड़ेगी। इस प्रकार एक लाख बैरेल पेट्रोलियम के उत्पादन में १६००० मनुष्यों की आवश्यकता पड़ेगी। सम्भवतः श्रमिकों की यह संख्या बहुत बड़ी है। इससे कम मनुष्यों से भी काम चल सकता है। यदि हम तेल-कूनों से पेट्रोलियम निकालकर उससे पेट्रोल प्राप्त करने में श्रमिकों की संख्या निकालें, तो पता लगेगा कि एक लाख बैरेल पेट्रोल के उत्पादन के लिए लगभग १८००० मनुष्यों की आवश्यकता पड़ती है। इससे मालूम होता है कि कोयले से पेट्रोल बनाने में लगभग उतने ही मनुष्यों की आवश्यकता होगी जितने मनुष्यों की कूनों से पेट्रोल प्राप्त करने में होती है।

यदि कोयला न निकालकर खानों में ही कोयले का गैसीकरण हो, तो मनुष्यों की संख्या बहुत कुछ कम हो सकती है और उससे पेट्रोल-उत्पादन का मूल्य कम हो सकता है।

रसेल का अनुमान है कि प्रति गैलन पेट्रोल का मूल्य प्रायः एक रुपया होगा। कुछ लोगों का अनुमान है कि प्रति गैलन पेट्रोल का मूल्य १.२५ रुपया और कुछ लोगों का अनुमान है कि यह ८८ नये पैसे होगा। स्टैंडर्ड आयल डेवेलपमेण्ट कम्पनी के मरफी (Murphree) का मत है कि भविष्य में यह सम्भव है कि कोयले से प्रस्तुत पेट्रोलियम का मूल्य प्रति गैलन ३० से ३५ नये पैसे तक गिर सके। उनकी गणना इस प्रकार है। एक संयन्त्र में प्रति दिन लगभग ९००० बैरेल पेट्रोल के साथ-साथ १८०० बैरेल गैस-तेल बन सकता है। यदि द्रव उत्प्रेरक प्रयुक्त हो, तो ऐसे संयन्त्र का मूल्य करीब २० करोड़ रुपया होगा। पेट्रोल और गैस-तेल के अतिरिक्त इस संयन्त्र में प्रति दिन ४ करोड़ घनफुट गैस भी बनेगी, जिसका ब्रिटिश-ऊष्मा-मात्रक १००० के लगभग होगा। यदि इस गैस के १००० घनफुट का मूल्य सवा रुपया रखा जाय और इसका और गैस-तेल का मूल्य निकाल लिया जाय, तो यदि कोयले के प्रति टन का मूल्य १२ रु० रखा जाय तो प्रति गैलन पेट्रोल का मूल्य प्रायः ४० नये पैसे होता है। यह मूल्य प्राकृतिक पेट्रोल के मूल्य से बहुत अधिक नहीं है। केवल यहाँ अधिक मूल-धन की आवश्यकता पड़ती है। इस मूल-धन पर पेट्रोल के मूल्य का निर्धारण उपर्युक्त गणना में नहीं हुआ है। इस संयन्त्र में कुछ अल्कोहल, कीटोन और अन्य कार्बनिक द्रव्य भी बनते हैं जिनसे भी कुछ धन प्राप्त हो सकता है।

रसेल (Russell) का अनुमान है कि कोयले से एक लाख बैरेल पेट्रोल तैयार करने के लिए लगभग ३५० करोड़ रुपये का मूल-धन आवश्यक है। ऐसे कारखाने के बनाने में, जिसमें प्रति दिन एक लाख बैरेल पेट्रोल तैयार होता है, ९ लाख से १२ लाख टन इस्पात की आवश्यकता पड़ेगी। इस्पात की यह मात्रा उतनी ही है, जितनी प्राकृतिक पेट्रोल के प्राप्त करने के परिष्कारी संयन्त्र में लगती है।

तीसवाँ अध्याय

कोयले से प्राप्त कार्बनिक यौगिक और अन्य पदार्थ

मियेन—कोयले से मियेन गैस भी प्राप्त हो सकती है। मियेन गैस के प्राप्ति करने का सिद्धान्त वही है जिस सिद्धान्त से कोयले से पेट्रोलियम प्राप्त होता है। यहाँ कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन के मिश्रण को निकेल उत्प्रेरक पर प्रवाहित करते हैं। उत्प्रेरक का ताप 200° से 400° से० रह सकता है। गैस मिश्रण की गति बहुत ही तीव्र रहनी चाहिए। यहाँ प्रतिक्रिया में पर्याप्त ऊष्मा उत्पन्न होती है। उस ऊष्मा को शीघ्र से शीघ्र निकालकर अवशोषित कर लेना आवश्यक है, नहीं तो उत्प्रेरक की सक्रियता बड़ी शीघ्र नष्ट हो जाती है। यह विधि बड़ी मात्रा में मियेन प्राप्ति करने में प्रयुक्त हुई है।

मियेन अम्यन्तर इंजन के लिए उत्कृष्ट कोटि का द्रव्य है पर यदि इसे मोटर-कार में प्रयुक्त करना हो तो मियेन को लोहे के सिलिंडर में रखकर ले जाना पड़ेगा। अल्प मात्रा में पेट्रोल के स्थान में इसका उपयोग हुआ है। इसका कलरी-मान प्रति घनफुट १००० ब्रिटिश-ऊष्मा इकाई है। कोयला-गैस का यह मान प्रायः दुगुना होता है। मियेन से अनेक दूसरे कार्बनिक यौगिक भी बन सकते हैं।

कोयला-गैस में 25 से 30 प्रतिशत मियेन रहता है। कोयला-गैस के -160° से० तक ठंडा करने से मियेन द्रव रूप में प्राप्त हो सकता है।

मेथिल अल्कोहल—कार्बन मनाक्साइड और हाइड्रोजन के किसी उत्प्रेरक की उपस्थिति में 350° से 400° से० पर 200 वायुमण्डल के दबाव पर गरम करने से मेथिल अल्कोहल बनता है। इम्पीरियल केमिकल इण्डस्ट्रीज ने बिलिंगहम में एक कारखाना खोला है जिसमें प्रति वर्ष करीब ६० लाख गैलन मेथिल अल्कोहल तैयार हो सकता है। इतने अल्कोहल के उत्पादन के लिए प्रति वर्ष ५०,००० टन कोयला खर्च होगा। परिस्थिति और उत्प्रेरक के परिवर्तन से अन्य अल्कोहल भी प्राप्त हो सकते हैं।

मेथिल अल्कोहल का उपयोग बहुत बढ़ गया है। 'परस्पेक्स' नामक और अन्य कई प्लास्टिकों के निर्माण में फार्मल्डीहाइड बहुत बड़ी मात्रा में लगता है। फार्मल्डीहाइड मेथिल अल्कोहल से ही तैयार होता है।

एथिलीन—कोयला-गेस में एथिलीन २ से ३ प्रतिशत रहता है। इस एथिलीन के निकालने की चेष्टाएँ हुई हैं। एथिलीन के उपयोग इधर बहुत बढ़ गये हैं। एथिलीन से अनेक उपयोगी पदार्थ, कार्बनिक विलायक, प्लास्टिक और अन्य कार्बनिक रासायनिक द्रव्य बनते हैं।

कारबाइड और एसिटिलीन—कोयले में बहुत बड़ी मात्रा में कारबाइड तैयार होता है। कोक या अंधेसाइट को चूने के साथ विद्युत् भ्राष्ट्र में ऊँचे ताप पर गरम करने से कारबाइड प्राप्त होता है। एक टन कोयले से प्रायः एक टन कारबाइड प्राप्त होता है। इस कोयले में वह कोयला भी सम्मिलित है जो चूने के जलाने में लगता है, प्रति टन कारबाइड के निर्माण में लगभग ३,५०० किलोवाट विजली लगती है, यदि यह विजली कोयले से उत्पन्न की जाय तो उसमें प्रायः दो टन कोयला खर्च होगा। इस प्रकार तीन टन कोयले से एक टन कारबाइड प्राप्त होता है।

कारबाइड का निर्माण वहाँ ही सुविधाजनक है जहाँ विजली सस्ती हो। सस्ती विजली वहाँ ही प्राप्त हो सकती है जहाँ जल-शक्ति से विजली उत्पन्न होती है। इंग्लैंड में भी इसी कारण कारबाइड नहीं बनता कि विजली वहाँ सस्ती नहीं है। अमेरिका और अन्य देशों में ही जहाँ जल-शक्ति से विजली बनती है कारबाइड का निर्माण होता है। पर आज अनेक रासायनिक द्रव्य कारबाइड से बनते हैं, अतः कारबाइड का निर्माण आज एक महत्व का उद्योग बन गया है। साउथ वेल्स में एक कारखाना बना है जिसमें प्रति वर्ष ७५,००० टन कारबाइड बनता है। भारत में अभी कारबाइड के निर्माण का कोई कारखाना नहीं खुला है।

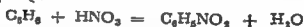
कारबाइड से एसिटिलीन प्राप्त होता है। एसिटिलीन के जलने से प्रचण्ड प्रकाश प्राप्त होता है। एसिटिलीन लम्प बने हैं जो जुलूमों और विशेष अवसरों पर जलाये जाते हैं। एसिटिलीन लम्पों के जलाने में कारबाइड खर्च होता है। धातुओं के छड़ों और चादरों के जोड़ने में भी एसिटिलीन लगता है। एसिटिलीन-आक्मिजन ज्वाला बड़ी गरम होती है, उसका ताप प्रायः ४०००° से० तक पहुँच जाता है। एसिटिलीन से आज ऐमिटिक अम्ल, ऐसिटिलीहाइड और ऐमीटोन बनते हैं जिनका उपयोग अनेक उद्योग-धर्मों में होता है।

बेंजीन—हल्के तेल और अलकतरे के आसवन से व्यापार का बेंजोल प्राप्त होता है। बेंजोल विलायक के रूप में और मोटर में जलाने के लिए पेट्रोल के साथ प्रयुक्त होता है। बेंजोल के आसवन से शुद्ध बेंजीन प्राप्त होता है। आमुत के हिमीकरण से बेंजीन प्रायः ५° से० पर जम जाता है और तब रमायनतः शुद्ध रूप में प्राप्त होना है।

शुद्ध बेंजीन $20^{\circ} 5^{\circ}$ से० पर उबलता और 6° से० पर पिघलता है। :
विशिष्ट भार 0.88 होता है। सघूम सल्फ्यूरिक अम्ल में यह पूर्णतया घुल
है (पेट्रोल नहीं घुलता), यह पिक्निक अम्ल और पिच को भी घुलाता है। पदार्थ
इन्हें सरलता से नहीं घुलाता।

व्यापार के बेंजोल में 30 , 40 या 90 प्रतिशत बेंजीन रह सकता है।

नाइट्रो-बेंजीन—बेंजीन के नाइट्रोकरण से नाइट्रो-बेंजीन बनता है। बेंजीन के
नाइट्रिक अम्ल और सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण के साथ उपचार से विशेषतः 25°
से० से नीचे ताप पर प्रारम्भ में और अन्त में 40° से० तक गरम करने से नाइट्रो
बेंजीन प्राप्त होता है।



नाइट्रोबेंजीन

यदि ताप ऊँचा हो तो डाइनाइट्रोबेंजीन बनता है।

एनिलीन—नाइट्रोबेंजीन के अवकरण से एनिलीन प्राप्त होता है। एनिलीन
बड़ी मात्रा में तैयार होता है। अवकरण के बड़े-बड़े संयन्त्र बने हैं। ये ढालवें लोहे
के बने होते हैं। इनमें विलोडक और सघनित्र जुड़े रहते हैं। अवकरण के लिए लोहे
के घुरादे और हाइड्रोक्लोरिक प्रतिकारक के रूप में प्रयुक्त होते हैं। 100 ग्राम
नाइट्रो-बेंजीन से 70 ग्राम एनिलीन प्राप्त होता है।

एनिलीन 182° से० पर उबलता है। इसका विशिष्ट भार 1.0264 है।
जल में यह अल्प विलेय है। 32 भाग जल में केवल एक भाग विलेय है। अम्लों में
यह पूर्णतया घुल जाता है।

एनिलीन का डायजोकरण होता है। डायजोकरण से डायजो-बेंजीन क्लोराइड
बनता है। डायजोबेंजीन क्लोराइड बड़ा क्रियाशील पदार्थ है। अनेक कार्बनिक
योगिकों के साथ मिलकर यह रंग बनता है।

एनिलीन रंग—पहले केवल प्राकृतिक रंग हमें प्राप्य थे। ये रंग पेड़ों, पौधों,
फूलों, जड़ों और कीड़ों से प्राप्त होते थे। आज सैकड़ों रंग कृत्रिम रीति से प्रयोग-
शालाओं में तैयार होकर विकते हैं। कृत्रिम रंग अधिक सुन्दर, पक्के और सस्ते होते
हैं। इस कारण प्राकृतिक रंगों का धीरे-धीरे अब लोप हो रहा है और उनका स्थान
कृत्रिम रंग ले रहे हैं। कृत्रिम रंगों में एनिलीन रंगों का स्थान ऊँचा है। पहले-पहल
यही रंग बने थे और आज भी पर्याप्त मात्रा में बनते हैं।

एनिलीन रंगों में एनिलोन रेड, एनिलोन ब्लू, सफ्रेनिन, रोजेनिलीन ब्लू, एनि-
लीन ब्लैक इत्यादि रंग बनते हैं।

नाइट्रोबेंजीन से बेंजीडीन भी प्राप्त होता है। बेंजीडीन से भी अनेक रंग बनते हैं। कौंगो, क्रीसेमिन इत्यादि रूई के रंग इसी से बनते हैं।

टोल्वीन—व्यापार के बेंजोल से टोल्वीन प्राप्त होता है। टोल्वीन 111° से० पर उबलता है। यह 20° से० पर जमता है। इसका विशिष्ट भार 0.8666 है।

टोल्वीन के उपयोग अनेक हैं। उबलते टोल्वीन पर क्लोरीन की क्रिया से बेंजोल क्लोराइड ($C_6H_5CH_2Cl$), बेंजल क्लोराइड ($C_6H_5CHCl_2$) और बेंजोइड क्लोराइड (C_6H_5COCl) बनते हैं।

टोल्वीन के आक्सीकरण से बेंजोइक अम्ल प्राप्त होता है। यह औषधियों में प्रयुक्त होता है। सोडियम बेंजोएट अच्छी औषधि है।

टोल्वीन के नाइट्रोकरण से ट्राइनाइट्रो-टोल्वीन बनता है। फ्रांस में 'टोलाइट' (tolite), स्पेन में 'ट्राइलिट' (trilite), जर्मनी में 'ट्रोटील' (trotyl) और इंग्लैंड में 'ट्रिनोल' (trinol) या 'टी० एन० टी०' के नाम से सुप्रसिद्ध है। ट्राइनाइट्रो-टोल्वीन एक प्रबल विस्फोटक पदार्थ है और युद्ध के बमगोलों के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

फिनोल—बेंजीन के सल्फोनीकरण से बेंजीन सल्फोनिक अम्ल बनता है। बेंजीन सल्फोनिक अम्ल के बाह्य सोडा के साथ प्रवण से फिनोल बनता है। अलगतरे में अल्प मात्रा में फिनोल भी रहता है जो सरलता से निकाला जा सकता है।

फिनोल उत्कृष्ट कोटि का कुमिनाशक है। इसका सब से अधिक उपयोग पित्रिक अम्ल के निर्माण में होता है। पित्रिक अम्ल उन्न के लिए अच्छा पीला रंग समझा जाता है। यह प्रबल विस्फोटक भी होता है। बम के बनाने में यह इस्तेमाल होता है। अल्प मात्रा में औषधियों में भी पित्रिक अम्ल का उपयोग है। जलने के फंसले पर इसका एक प्रतिशत विलयन रूई में भिगाकर लगाने से आराम मिलता है। मलहम के बनाने में भी यह काम आता है। चमड़े पर पित्रिक अम्ल में दाग पड़ता है। पोटैशियम सल्फेट का चूर्ण छिड़ककर साबुन से धो देने से दाग मिट जाता है।

नैफथलीन—अलगतरे में नैफथलीन रहता है। नैफथलीन की मात्रा १० प्रतिशत तक रह सकती है। लाखों टन नैफथलीन प्रति वर्ष अलगतरे में प्राप्त होता है। अलगतरे से जो तेल 190° और 230° से० के बीच निकलता है उन्हीं में अधिकांश नैफथलीन रहता है। केन्द्रापसारक में पारित करने से नैफथलीन में चिपका हुआ तेल निकाला जाता है। अनेक वामों के लिए यह नैफथलीन पर्याप्त शुद्ध होता है, पर इनमें अधिक शुद्ध नैफथलीन प्राप्त करने के लिए प्रति वर्ग इंच पर इन ५ टन दबाव पर वाष्पनयन द्रवचारित प्रेन में दबाना पड़ता है। ऐसे नैफथलीन में भी २ से ४ प्रतिशत

तेल रहता है और वह $36-38^{\circ}$ से० पर पिघलता है। रसायनतः शुद्ध नैपथलीन $20-3^{\circ}$ से० पर पिघलता है और 212° से० पर उबलता है।

रसायनतः शुद्ध नैपथलीन के लिए कच्चे नैपथलीन को पिघलाकर सल्फ्यूरिक अम्ल से पहले धोते हैं। अम्ल को निकालकर पहले जल से, फिर कॉस्टिक सोडा से धोकर अम्ल के लेस निकाल डालते हैं। फिर उसे आसवन द्वारा शुद्ध रूप में प्राप्त करते हैं।

नैपथलीन के आक्सीकरण से थैलिक एन्हीड्राइड प्राप्त होता है। थैलिक एन्हीड्राइड से कृत्रिम नील तैयार होता है। थैलिक एन्हीड्राइड से अनेक प्रकार के प्लास्टिक भी बनते हैं।

नैपथलीन के हाइड्रोजनीकरण में टेन्ट्रा-हाइड्रो-नैपथलीन (टेट्रैलीन) और डेका-हाइड्रो-नैपथलीन (डेकालीन) बनता है। ये दोनों यौगिक पेंट और वार्निश के लिए अच्छे विलायक सिद्ध हुए हैं। नैपथलीन का अवकरण क्षीघ्रता से होता है।

सुगन्धित द्रव्य

अलकतरा यद्यपि देखने में बहुत धूनास्पद और गन्ध में बहुत अप्रिय होता है पर उससे अनेक सुगन्धित द्रव्य आज तैयार होकर बाजारों में विकते हैं। इनमें सबसे सरल पदार्थ मेथिल सैलिसिलेट है जो शिथिर-हरित (winter green) नामक पौधे में पाया जाता है। बादाम के अन्तर्वीज में एक वाष्पशील तैल होता है जिसकी गन्ध ठीक उसी प्रकार की होती है जैसी बेंजल्डोहाइड और नाइट्रो-बेंजीन की गन्ध। ये दोनों ही पदार्थ बेंजीन और टोल्वीन से बनते हैं। नाइट्रो-बेंजीन जूते की और गन्ध की पालिश में प्रयुक्त होता है।

इन सबसे अधिक महत्त्व का सुगन्धित पदार्थ कस्तूरी (musk) है। आज कृत्रिम कस्तूरी तैयार होकर बहुत बड़ी मात्रा में प्रयुक्त होती है। कृत्रिम कस्तूरी दो प्रकार की है। एक को कस्तूरी जाइलीन और दूसरी को कस्तूरी कीटोन कहते हैं। कस्तूरी जाइलीन टॉशियरी-व्यूटो-ल-जाइलीन से और कस्तूरी कीटोन मेटा-क्रैथील-मेथिल ईथर से तैयार होती है।

बीटा-नैपथोल ईथर की गन्ध नारंगी के फूल की गन्ध-जैसी होती है। यू-डो-कीलोन और कुछ फल-स्वादों के निर्माण में यह प्रयुक्त होता है।

इनके अतिरिक्त लवेंडर, गुलाब, लिली (नलिनी), राहुल (hyacinth), नर्गिस (narcissus), दालचीनी, वायलेट पुष्प आदि की गन्ध अलकतरे से प्राप्त यौगिकों से बनती है।

प्लास्टिक

आज प्लास्टिक के सैकड़ों सामान विकते हैं। ये सामान देखने में बड़े सुन्दर और आकर्षक होते हैं। दैनिक आवश्यकताओं के सामानों से लेकर सजावट के सामानों तक इससे बनते हैं। बिजली और रेडियो के यंत्रों और वस्तुओं में तो इसका उपयोग बहुत ही विस्तृत है। आज प्लास्टिक की नावें और मोटरकार भी बनती हैं। प्लास्टिकों के रंग बड़े सुहावने हो सकते हैं। अधिकांश प्लास्टिक अलकतरे से प्राप्त यौगिकों के सहयोग से बनते हैं। प्लास्टिक के चूर्ण और पट्ट दोनों बनते हैं और उनसे साँचे में और औजारों से काट-छाँटकर सब सामान तैयार होते हैं। यूरोप के स्कूलों में आज प्लास्टिक के सामान तैयार करने की रीतियाँ छात्रों को सिखलायी जाती हैं।

प्लास्टिको को डालकर काठ बड़ा मजबूत बनाया जा सकता है। वस्त्रों को प्लास्टिक में डुबाकर उन्हें बहुत मजबूत बनाया जा सकता है। लाह और गोंद के स्थान में बार्निश बनाने में प्लास्टिक प्रयुक्त हो सकता है। प्लास्टिक से बनी बार्निश उत्कृष्ट कोटि की होती है। मोटर गाड़ियों पर जो बार्निश आज चढ़ायी जाती है वह प्लास्टिक से ही बनी होती है। ऐसे प्लास्टिकों की बार्निश को चढ़ाने में कम समय लगता है और उससे मोटर गाड़ियों का संरक्षण अधिक होता है। आज बोटल और शीशियों की ढेरी ही प्लास्टिक की नहीं बनती पर वायु-यान के चालक-वक्र भी प्लास्टिक के बनते हैं।

औषधियाँ

अलकतरे से प्राप्त यौगिकों की सहायता से आज अनेक औषधियाँ तैयार होती हैं। ऐसी औषधियों में एक औषधि ऐस्पिरिन है। यह ज्वर और पीड़ा दूर करने में विस्तृत रूप से प्रयुक्त होती है। ऐस्पिरिन सैलिसिलिक अम्ल से तैयार होता है। सैलिसिलिक अम्ल फिनोल से तैयार होता है जो अलकतरे में पाया जाता और वेंजीन में प्राप्त हो सकता है। ऐस्पिरिन के अतिरिक्त अन्य सैकड़ों औषधियाँ, अण्टोफेब्रिन, एड्रिनेलिन, वेंजीडिक अम्ल, मेथिल सैलिसिलेट, सेल्मन, सैलोल, फिनोलकैरॉल, प्लैज्मोनिबन, एटेब्रिन, कोकेन, एक्रिलेविन, रिंसोसिनोल, प्रोन्टोमील, एम. एण्ड बी ६९३ आदि अलकतरे से प्राप्त यौगिकों से बनती हैं।

फोटोग्राफी के सामान

फोटोग्राफी में अनेक रासायनिक द्रव्य प्रयुक्त होने हैं। उनमें अधिकांश आज अलकतरे से प्राप्त कार्बनिक यौगिकों से तैयार होते हैं। चित्रों के विकास के लिए

जो रासायनिक द्रव्य प्रयुक्त होते हैं उन्हें 'विकासक' (डेवेलपर) कहते हैं। पहले केवल पाइरो-योगिक विकासक के रूप में प्रयुक्त होते थे। आज उनके स्थान में अनेक दूसरे अति सूक्ष्म विकासक, मेटोल हाइड्रो क्विनोन, एमिडोल, रोडिनन आदि प्रयुक्त होते हैं। आज अनेक ऐसे योगिक बने हैं जिनसे चित्र-पट्ट की संग्राह्यता बहुत अधिक बढ़ गयी है, जिसका परिणाम यह हुआ है कि कुछ ही क्षणों में आज चित्र खिंच जाता है, जहाँ पहले चित्रों के खींचने में मिनटों का समय लगता था।

अलकतरे के रंग

रंगों का उपयोग बहुत प्राचीन है। वस्त्रों के रंगने में ही रंगों का उपयोग न होता था, बरन् काठ के सामान, मिट्टी के पात्र और पत्थर के सामान भी रंगों से रंगे जाते थे। चित्रों का निर्माण सो रंग पर ही निर्भर करता है।

१९ वीं सदी तक हमें जो रंग मालूम थे वे सब प्राकृतिक थे। पेड़-पौधों और कीड़ों से वे प्राप्त होते थे। कुछ पेड़ों के फूलों में, कुछ पेड़ों के स्तम्भ में और कुछ पेड़ों की जड़ में रंग होते थे और हम उनका उपयोग करते थे। कुसुम और केसर का रंग फूलों से प्राप्त होता है। रक्त चंदन का रंग स्तम्भ से और मंजीठ तथा हल्दी का रंग जड़ से प्राप्त होता है। किरमची और लाह के रंग कीड़ों से प्राप्त होते हैं।

पहले-पहले १८५६ ई० में अलकतरे से एक कृत्रिम रंग, मीवे बना। यह एनि-लिन रंग था। उसके बाद तो एक के बाद दूसरे अनेक रंग, एक से एक सुन्दर, एक से एक स्थायी बनते गये और आज हजारों की संख्या में ऐसे रंग बने हैं और उनका उपयोग विस्तृत रूप से हो रहा है। अनेक प्राकृतिक रंगों का स्थान आज कृत्रिम रंगों ने ले लिया है।

मंजीठ का रंग आज कृत्रिम रीति से तैयार होता है। नील का रंग पहले एनापीन से प्राप्त होता था। आज यह कृत्रिम रीति से अलकतरे से प्राप्त नैफथलोन से बन रहा है। मंजीठ का रंग आज अलकतरे में उपस्थित बेंझोसीन से तैयार होता है।

आज हमें खाद्य पदार्थों के रंगने के लिए, रियन के रंगने के लिए, मोम, चमड़ा, कागज, रबर और प्लास्टिक के रंगने के लिए जितने रंग चाहिए वे सब अलकतरे से प्राप्त योगिकों से प्राप्त होते हैं। इसी कारण उन्हें 'अलकतरे का रंग' कहते हैं। ऐसे रंगों के निर्माण में अलकतरे के कार्बनिक योगिकों के साथ-साथ अन्य अनेक अकार्बनिक योगिकों की आवश्यकता पड़ती है। ऐसे अकार्बनिक योगिकों में सल्फ्यूरिक अम्ल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल, कॉस्टिक सोडा, अमोनिया, क्लोरीन, प्रोमीन आदि महत्त्व के हैं।

कृत्रिम रंग पहले जर्मनी से आता था। पीछे इंग्लैंड से आने लगा। आज इम्पीरियल केमिकल इण्डस्ट्रीज नामक ब्रिटिश कम्पनी भारत में भी कुछ रंग तैयार कर रही है, पर उसके सारे रासायनिक द्रव्य बाहर इंग्लैंड से आते हैं। अलकतरे से रासायनिक द्रव्य प्राप्त करने का प्रयत्न भारत में होना चाहिए। अलकतरे के आसवन का कारखाना खुलना चाहिए और भिन्न-भिन्न यौगिकों के पुन्यकरण का प्रयत्न होना चाहिए।

विस्फोटक

विस्फोटकों की युद्ध में ही आवश्यकता नहीं होती बरन् शान्तिकाल में भी इनकी आवश्यकता होती है। मुरंग बनाने में पत्थर काटने के लिए पर्याप्त मात्रा में विस्फोटकों का उपयोग होता है। अनेक पदार्थ विस्फोटक के रूप में प्रयुक्त होते हैं। इनमें महत्त्व के दो विस्फोटक ट्राइनाइट्रो-फीनोल (पिट्रिक अम्ल) और टी० एन० टी० (ट्राइनाइट्रो-टॉलूइन) अलकतरे से प्राप्त कार्बनिक यौगिकों से बनते हैं।

इकतीसवाँ अध्याय

कोयले का विश्लेषण

कोयले का विश्लेषण बड़े महत्त्व का है। विश्लेषण से ही कोयले की प्रकृति का पता लगता है। हजारों-छात्रों टन कोयले की प्रकृति १०० ग्राम से कम ही कोयले के नमूने की प्रकृति से जानी जाती है। अतः विश्लेषण के लिए कोयले के नमूने का चुनाव बड़े महत्त्व का है। यदि नमूना ठीक तरह से निकाला गया तो उससे कोयले की प्रकृति की जानकारी ठीक-ठीक हो सकती है, अन्यथा यदि कोयले का नमूना ठीक तरह से नहीं निकाला गया तो विश्लेषण का कोई मूल्य नहीं रह जाता और कोयले की प्रकृति का ठीक-ठीक पता नहीं लगता।

कोयले का नमूना ऐसा रहना चाहिए कि वह समस्त कोयले की प्रकृति का द्योतक हो। कोयले के छोटे-बड़े सब टुकड़ों और कोयले में उपस्थित अपद्रव्यों और बाह्य पदार्थों का सारा अंश नमूने में आ जाना आवश्यक है।

कोयले का नमूना निकालने के लिए अनुभवी आदमी की आवश्यकता पड़नी है। ऐसा आदमी चाहिए जो इस काम से पूरा परिचित हो और कोयले के बड़े-बड़े ढेरों से अल्प मात्रा में नमूना ठीक-ठीक निकाल सके। सामान्य आदमी से यह काम ठीक तरह से नहीं हो सकता। आदमी अनुभवी और समझदार दोनों होना चाहिए।

कोयले से नमूना निकालकर विश्लेषण में प्रयुक्त करने के साधारणतया तीन क्रम हैं। पहले क्रम में कोयले का नमूना ऐसा चुना जाना चाहिए जो सब आकार के कोयले और सब प्रकार के अपद्रव्यों का प्रतिनिधित्व करता हो। दूसरे क्रम में कोयले को स्थूल रूप से पीसते हैं ताकि उसके टुकड़े छोटे-छोटे प्रायः $\frac{1}{4}$ इंच के हो जायें। नमूने का ऐसा चूर्ण प्रायः १० पाउंड होना चाहिए। तीसरे क्रम में नमूने को छोटे-छोटे टुकड़ों, $\frac{1}{8}$ पाउंड को ऐसा महीन पीसते हैं कि वह ७०-अक्षि ब्रिटिश स्टैंडर्ड की चरली में चाला जा सके। ऐसे ही नमूने के चूर्ण से विश्लेषण के लिए आवश्यक मात्रा लेकर परीक्षण करते हैं।

नमूना ऐसा निकालना चाहिए कि राख की मात्रा में एक प्रतिशत से अधिक का अन्तर नहीं पड़े। इससे अधिक यथार्थता की आवश्यकता नहीं होती। यदि वास्तव

नमूना निकाला गया है तो वह नमूना बिल्कुल ठीक है। परिणाम में यदि इससे अधिक यथार्थता की आवश्यकता हो तो नमूने की मात्रा अधिक, दुगुनी, तिगुनी निकालनी पड़ेगी, जिसमें अधिक समय लगेगा और उससे कोई विशेष लाभ नहीं होगा। विभिन्न विश्लेषणों में भी अन्तर पड़ सकता है। एक ही विश्लेषक के दो विश्लेषण-परिणाम बिल्कुल एक-से नहीं होते। दो विश्लेषकों के परिणामों में भी अन्तर पड़ सकता है। साधारणतया एक विश्लेषक के दो परिणामों में 0.3 से अधिक का अन्तर नहीं पड़ना चाहिए। दो विश्लेषकों के परिणामों में 0.5 से अधिक का अन्तर नहीं रहना चाहिए।

कोयले की समांगता—एक ही खान से निकले कोयले के 100 डब्बों के कोयले में राख की मात्रा एक नहीं रहती। जिस अंक के आस-पास में यह विचलन (deviation) होता है उस अंक को 'वास्तविक राख' कहते हैं। वास्तविक राख से जो विचलन होगा उस विचलन को जोड़कर नमूने की कुल संख्या से भाग देने पर जो भागफल प्राप्त होता है, वह 'मध्यमान विचलन' कहा जाता है। 100 डब्बे कोयले के मध्यमान विचलन को 'मध्यमान त्रुटि' (error) कहते हैं। मध्यमान त्रुटि ही समांगता की माप है।

संभाव्य त्रुटि (probable error) मध्यमान त्रुटि से कुछ में कम होती है और कुछ में अधिक। यदि विश्लेषण बड़ी यथार्थता से किया गया है तो संभाव्य त्रुटि मध्यमान त्रुटि का 0.65 गुना होती है।

यदि किसी कोयले की मध्यमान त्रुटि एक प्रतिशत है तो 100 नमूनों के 50 में मध्यमान त्रुटि 0.65 प्रतिशत से कम होगी और 50 नमूनों में 0.65 प्रतिशत से अधिक होगी। क्रुमेल और डनिगहम ने मध्यमान त्रुटि निकालने के लिए एक सूत्र निकाला है। यह सूत्र कोयले की राख की मात्रा पर निर्भर करता है। यह सूत्र है मध्यमान त्रुटि $= 0.183 \times \text{राख} + 0.21$ ।

ब्रुगेल का मत इससे भिन्न है। उनका कथन है कि राख की मात्रा के दो कारण हैं। एक कोयले में उपस्थित अकार्बनिक पदार्थों का रहना और दूसरा कोयले में बाहर से मिले हुए कंकड़-पत्थरों का रहना। यदि दूसरा कारण नहीं होता तो उनके मत में ऊपर का सूत्र ठीक हो सकता था, अन्यथा नहीं। जो प्रयोग दक्षिण अफ्रीका और इंग्लैंड के कोयलों पर हुए हैं उनमें ब्रुगेल का कथन ठीक मालूम होता है।

इंग्लैंड में नमूना-समिति ने नमूना निकालने के सम्बन्ध में जो नियम बनाये हैं वे इस प्रकार के हैं—

(१) यदि रेल के डब्बों में कोयला एक-सा रखा हुआ हो तो डब्बों की संख्या का कोयले की तील से कोई सम्बन्ध नहीं है। एक दूसरे से स्वतंत्र है।

(२) जिन डब्बों से कोयले का नमूना निकाला जाता है वह कोयले की मध्यमान धुटि पर निर्भर करता है।

(३) जितना नमूना निकालना है उसे छोटे-छोटे डब्बों की अधिक संख्या से निकालना अच्छा है। बड़े-बड़े डब्बों की अल्प संख्या से निकालना उतना अच्छा नहीं होता।

कोयले का नमूना कितना निकालना चाहिए, यह (१) कोयले के विस्तार, (२) कोयले की परिवर्तनशीलता (वैरिएबिलिटी) और (३) परिणाम की यथार्थता पर निर्भर करता है। प्रत्येक डब्बे से कितना कोयला निकालना चाहिए, यह कोयले के विस्तार और मध्यमान धुटि पर निर्भर करता है। मध्यमान धुटि का घनिष्ठ सम्बन्ध मुक्त राख से है। कोयले की परिवर्तनशीलता भी राख पर ही निर्भर करती है।

रेल के डब्बों से कितना नमूना निकालना चाहिए इसका पता निम्नलिखित आँकड़ों से लगता है—

४ प्रतिशत राखवाले कोयले से १०० पाउण्ड	५० डब्बों से
४ से ५ " "	१४५ " ७३ "
५ से ६ " "	२४० " १२० "
६ से ७ " "	३३० " १६५ "
७ से ८ " "	४२५ " २१३ "
८ " से ऊपर	५०० " २५० "

कोयले के नमूने की मात्रा बहुत कुछ कोयले के आकार पर निर्भर करती है। छोटे आकार के कोयले से कम और बड़े आकार के कोयले से अधिक कोयला निकाला जाता है।

नमूने को बेलचा (एक प्रकार की बड़ी कड़खी) से निकालकर खत्ती (bin) में रखते हैं। खत्ती ऐसी रहती है कि उसमें बाहर से जल का शोषण न हो सके और न कोयले से ही पानी निकल सके। खत्ती का ढक्कन ऐसा रहता है कि वह आप से आप कोयले को ढँक सके।

यदि कोयले का पिंड १० पाउण्ड से बड़ा हो तो उसे काटकर उसका नमूना निकालते हैं। छोटे-छोटे पिंडों का नमूना अलग निकालते हैं। फिर इन दोनों की

मिलाकर उससे विश्लेषण के लिए निकालते हैं। नमूने को निकालकर नमूना-घर में ले जाते हैं। यह घर बन्द होता है, ऊपर छत लगी रहती है और ठंड और वायु से वह सुरक्षित रहता है। कोयले में वास्तविक जल की मात्रा के ठीक-ठीक ज्ञान के लिए यह आवश्यक है कि कोयले के नमूने को देर तक वायु में खुला न रखें और उसमें देर तक वायु का शोषण न लगने दें। यदि कोयला वायु में अंशतः अथवा पूर्णतः सूखा हो तो कोयले को ऐसे वातावरण और आर्द्रता में न रखना चाहिए कि जल की मात्रा में विशेष परिवर्तन हो सके।

कोयले में नमी निकालने के लिए नमूने का संग्रह

सामान्य रीति—यह रीति सब प्रकार के कोयलों के लिए ठीक समझी जाती है। उन कोयलों के लिए तो विशेष रूप से उपयुक्त समझी जाती है जिनके पीसने के लिए पर्याप्त यंत्र नहीं हैं। नमूने को मात्रा नमी के भार पर निर्भर करती है। भिन्न-भिन्न आकार के कोयले को लेकर उन्हें मिलाकर उनसे नमूना निकालकर विश्लेषण करते हैं।

विशेष रीति—यह रीति वायु में सूखे कोयले के लिए अच्छी समझी जाती है। यहाँ कोयले के नमूने को लेकर पीसकर $\frac{3}{4}$ इंच का टुकड़ा बनाकर उससे १० पाउण्ड निकालकर उसको इकट्ठा कर उसमें से अल्प मात्रा निकालकर विश्लेषण करते हैं।

ऐसे नमूने से यदि कोयले के टुकड़े $\frac{3}{4}$ इंच से बड़े न हों तो उससे दो पाउण्ड नमूना निकालते हैं। यदि कोयला $\frac{3}{4}$ इंच से बड़े टुकड़ों में हो तो उसे मंत्रों में पीसते हैं। यदि कोयला भीगा हो तो उसे वायु में सुखाकर तब पीसते हैं। पीस जाने पर उससे दो पाउण्ड नमूना निकालते हैं। ऐसे नमूने को वायुद्वि टिन में रखकर उस पर नाम-पत्र, दिनांक आदि लगा देते हैं।

वायु-शुष्क कोयला—पहले ऐसी धारणा थी कि कोयले को १२० घंटा कमरे के ताप पर रखने से वह वायु-शुष्क हो जाता है। अब पता लगा है कि यदि कोयले को पतली तह में ऐसे पात्र में रखें जिसमें वायु स्वच्छन्दता से आ जा सके तो कमरे के ताप पर ६ से १० घंटे में ही कोयला वायु-शुष्क हो जाता है। यदि कमरे का ताप कुछ ऊँचा हो पर ५०° से ७०° से ऊँचा न हो तो १३ से ३ घंटे में ही कोयला वायु-शुष्क हो जाता है।

वायु-शुष्क करने पर नमी में कितनी कमी होती है उसका निर्धारण इस प्रकार होता है—

नमूने को एक सूखे थाल में रखते हैं। थाल ऐसा होता है कि न उसमें कोई अवशोषण हो और न संक्षारण। थाल अकलुष इस्पात अथवा अलूमिनियम का होता है। इसकी लम्बाई १५ इंच, चौड़ाई १० इंच और गहराई १ इंच रहती है। इसमें दो पाउण्ड कोयला ऐसे स्तर में बिछा जाता है जिस स्तर की गहराई ३ इंच से अधिक नहीं होती। थाल में कोयले को पसारकर सूखने देते और मूस जाने पर (परिस्थिति के अनुसार सूखने में समय १३ से १० घंटा लग सकता है) तौलते हैं। कोयले के भार को कमी से कोयले में नमी की प्रतिशतता निकालते हैं।

रीति १—यह रीति उस कोयले के लिए उपयुक्त होती है जिसमें नमी की मात्रा ४ प्रतिशत से अधिक न हो।

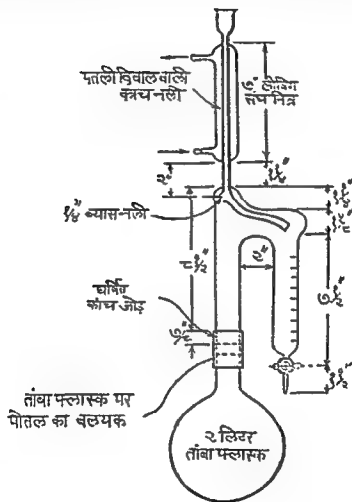
थाल में प्रायः ३ इंच गहराई में कोयले के नमूने के दो पाउण्ड को रखकर १००-११०° में ० के बीच चूल्हे में गरम करते हैं। समय-समय पर उसे तौलते हैं। जब उसका भार स्थायी हो जाता है तब तौलना बन्द कर देते हैं। इसमें ५ से ६ घंटा लगता है। चौड़े, पाँचवें और छठे पंटे के अन्त में तौलकर देखते हैं कि भार स्थायी है या नहीं। कोयले की गरम अवस्था में ही तौलते हैं ताकि ठंडा होने से वह नमी को अवशोषित न कर ले। जिस चूल्हे में गरम करते हैं उसमें प्रति घंटा ३ से ५ बार गरम वायु प्रवाहित करते हैं ताकि चूल्हे का वातावरण बदलता रहे।

रीति २—सामान्य रीति—यह रीति सब प्रकार के कोयले के लिए उपयुक्त होती है। यहाँ कोयले के दो पाउण्ड नमूने की पेट्रोलियम प्रभाग के साथ गरम करते हैं। पेट्रोलियम तेल के साथ-साथ पानी भाप बनकर निकलता और पेट्रोलियम तेल के साथ संमिश्र में सघनित होता है।

जिस उपकरण में यह कार्य सम्पादित होता है वह डोन और स्टार्क के उपकरण का परिवर्तित रूप है। इस सुव्यवस्थित उपकरण का चित्र यहाँ दिया हुआ है। इसमें ताँबे का एक छोटी गरदनवाला दो लिटर धारिता का फ्लास्क रहता है। फ्लास्क की गरदन में एक टोपी लगी रहती है जिसके ऊपर के भाग में घूट-काँच का संकुलना रहता है। उपकरण के अन्य सब भाग ऊष्मा-अवरोधक बोरोसिलिकेट काँच के बने होते हैं। इसके संग्राही की धारिता १०० मिलिलिटर की होती है।

फ्लास्क को पहले तौलते हैं। फिर उसमें कोयला रखकर तौलते हैं। फिर फ्लास्क में काँच के भागों को जोड़कर पेट्रोलियम-प्रभाग के २५० मिलिलिटर को पश्चवाही द्वारा ऊपर से डालते हैं। पेट्रोलियम प्रभाग का वजनार्क १५०-१८०° से ० रहना चाहिए। फ्लास्क को अब तीव्रता से छोटी ज्वाला द्वारा उबालते हैं। जब संग्राही में और जल का झपाड़ा होना बन्द हो जाय तब आसवन को बन्द कर देते हैं। साधारण-

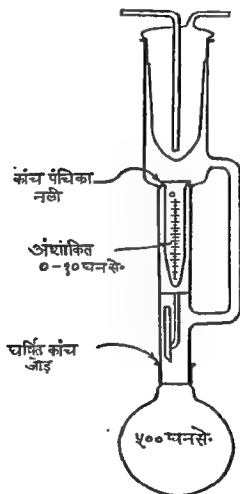
तथा ३ से ६ घंटा इन्में लगता है। जितना पानी चंभ्राही में इकट्ठा होता है उतना आमतनं लिख लेते हैं। यदि पानी का वायतन चंभ्राही को पारित से अधिक हो जाय तो अधिक पानी को निकालकर उसका जायजन जलग से नाश लेते हैं। पानी के आय-



चित्र ६७—तमो-निर्धारण का उपकरण

तन से कोयले में पानी की प्रतिशतता निकालते हैं। आगवन ज्यों ही खतम हो जाय कोयले को फ्लास्क से निकाल लेते हैं, नही तो कोयले के फ्लास्क में चिपक जाने का भय रहता है।

रीति ३—कोयले को पीसकर ऐसा बनाते हैं कि वह ६-अक्षि चलनी में छन जाय। यदि पीसने के समय कोयला भीगा मालूम हो और चिपके तो उसे वायु में सुखा लेते हैं। पर सुखाने के समय ध्यान रखते हैं कि नमी और ताप में विशेष परिवर्तन न हो। ऐसे पीसे हुए कोयले के चूर्ण से तीन रीतियों से जल की मात्रा निबाल सकते हैं—



चित्र ६८—नमी-निर्धारण का दूसरा उपकरण

पहली रीति में पीसे हुए कोयले के चूर्ण को लेकर १०५-११०° से० पर वायु-

ऊष्मक पर सुखाते हैं और इस प्रकार भार में जो कमी होती है उससे जल की प्रतिशतता निकालते हैं।

दूसरी रीति में शुष्क नाइट्रोजन के वातावरण में $106-110^{\circ}$ से० पर कोयले के १० ग्राम चूर्ण को पोर्सलिन की नाव में रखकर सुखाते और शुष्क नाइट्रोजन के वातावरण में ही ठंडा करके तौलते हैं।

तीसरी रीति को 'टोल्वीन रीति' भी कहते हैं। यह रीति उस कोयले के लिए अधिक उपयोगी है जिस कोयले में नमी की मात्रा अधिक रहती है और जिसका 104° से० पर आक्सीकरण होता है। इस रीति में वायु में बिना सुखाये कुछ बड़े टुकड़ों का भी उपयोग हो सकता है।

इस रीति में २ से ५ ग्राम के टुकड़ों को नमूने से इकट्ठा कर प्लास्क में तौलते हैं (चित्र देखिए)। प्लास्क की धारिता ५०० मिलीलिटर की होती है। कोयले को प्लास्क में रखकर २०० मिलीलिटर टोल्वीन डालकर गरम करते हैं। टोल्वीन ऐसा होना चाहिए जो पहले एक बार प्लास्क में उबाल दिया गया है। सारा उपकरण सूखा और अन्दर का भाग स्वच्छ रहना चाहिए। प्लास्क में अन्य भागों को जोड़कर पैराफिन-ऊष्मक में गरदन तक डुबाकर टोल्वीन की तीव्रता से उबालते हैं। संग्राही के पानी के तल में यदि १५ मिनट तक कोई अन्तर न देखा जाय तो उबालना धन्द कर देते हैं। संग्राही के पार्श्व में यदि कोई जल चिपका रहे तो टोल्वीन के धावन बोतल के प्रबल क्षिप्र से बहाकर संग्राही में इकट्ठा कर लेते हैं। अब पानी को मापन-नली में रखकर उसका आयतन पढ़ते हैं और उससे जल की प्रतिशतता निकालते हैं।

जब उबालना समाप्त हो जाता है तब कोयले को प्लास्क से निकालकर उसमें दूसरा प्रयोग कर सकते हैं। संघनित्र और संग्राही को धो और स्वच्छ कर सुखाते, फिर प्रयुक्त करते हैं।

विश्लेषण के लिए कोयले का नमूना तैयार करना

कोयले को $\frac{3}{8}$ या $\frac{1}{2}$ इंच के आकार में तोड़ते हैं। तोड़ना यंत्रों से होता है। हैमर-मिल्ल (Hammer-mills) इसके लिए अच्छा समझा जाता है। नमूने को बहुत काल तक वायु में खुला नहीं रखना चाहिए, नहीं तो कोयले का कलरीमान कम हो जाता है।

कोयले का प्राथमिक विश्लेषण

प्राथमिक विश्लेषण में हम कोयले में जल की मात्रा, वाष्पशील पदार्थ और राख की मात्रा का निर्धारण करते हैं। इसके लिए कोयले को वायु के अभाव या अनुप-

स्थिति में गरम करते हैं और उससे जो परिवर्तन होता है उसका पता लगाते हैं। यहाँ हम जो प्रयोग करते हैं उसे एक विशिष्ट परिस्थिति में करते हैं। इन प्रयोगों से कोयले की वास्तविक प्रकृति का पता नहीं लगता पर यह अवश्य पता लगता है कि कोयला किस ध्रेणी का है और उसका उपयोग किस काम में हो सकता है।

कोयले का वाष्पशील पदार्थ वास्तव में कोयले का कोई अंश या अवयव नहीं है। कोयले के गरम करने से ऊष्मा द्वारा कोयले के विच्छेदन से गैस और तरल पदार्थों के वाष्पशील मिश्रण बनते हैं जिन्हें हम 'वाष्पशील पदार्थ' कहते हैं। वाष्पशील पदार्थ की मात्रा और प्रकृति बहुत कुछ गरम करने के ताप पर निर्भर करती है। धातु: वाष्पशील पदार्थ का निर्धारण किसी एक विशिष्ट ताप पर होना चाहिए। वाष्पशील पदार्थ के लिए कोई-कोई 'वाष्पशील हाइड्रोकार्बन' और 'वाष्पशील दाह्य पदार्थ' भी प्रयुक्त करते हैं पर इन शब्दों का प्रयोग ठीक नहीं है और हमें न करना चाहिए।

वाष्पशील पदार्थ में हाइड्रोकार्बनों के अतिरिक्त अन्य पदार्थ, कार्बन के आक्साइड, भाप आदि भी रहते हैं। खनिज अंशों के विच्छेदन से भी अल्प मात्रा में 'वाष्पशील पदार्थ' बन सकते हैं।

कोयले में नमी का निर्धारण

नमी के निर्धारण के लिए कोयले का नमूना गहीन पिसा हुआ रहना चाहिए। महीन पिसे हुए कोयले से तात्पर्य ऐसे कोयले से है जो ७०-अंश ब्रिटिश प्रामाणिक परीक्षण चलनी में छल जाय। ऐसे कोयले के चूर्ण की एक निश्चित मात्रा को लेकर $105^{\circ}-110^{\circ}$ से० तक एक घण्टे या एक घण्टे से अधिक काल तक गरम करके शोषित्र में ठंडा कर बार बार तौलना चाहिए। जब अन्तिम दो तौलों में कोई अन्तर न रहे तब उस तौल से कोयले की तौल में जो वमी हुई है उससे कोयले में नमी की प्रतिशतता निकालनी चाहिए।

कोयले के गरम करने में वायु के वातावरण में कोयले का आक्सीकरण 105° से० ताप पर भी अल्प हो सकता है। यदि कोयले में आक्सीजन की मात्रा अधिक हो तो यह आक्सीकरण अधिक तीव्रता से होता है। आक्सीकरण से नमी की मात्रा में वास्तविक नमी की मात्रा से कमी हो सकती है और अधिकता भी। यदि कोयले के मुझाने के समय कोयला आक्सीजन को अवशोषित कर फिर उसे निकालता नहीं तो नमी की मात्रा वास्तविक मात्रा से कम होगी, पर यदि कोयला आक्सीजन को अवशोषित कर पीछे जलकर आक्साइड के रूप में निकाल देता है तो जल की वास्तविक मात्रा में जल की मात्रा अधिक प्राप्त होती है।

चूल्हा रीति

महीन पोसे हुए कोयले के २ से १० ग्राम को लेकर एक छिछले ठंढकनवाले पात्र में बिछाकर गरम करते हैं। कोयले का चूर्ण ऐसा बिछाना चाहिए कि प्रति वर्ग सेंटीमीटर स्थल पर कोयले की मात्रा ०.३ ग्राम से अधिक न रहे। अब पात्र को $105-110^{\circ}$ से० पर एक घण्टे तक गरम करने हैं। गरम करने के बाद ठंढकन से ढँककर शायिश में ठंडा करते हैं। शोषित्र में शोषण के लिए कैल्सियम क्लोराइड अथवा सल्फ्यूरिक अम्ल रखा रहता है।

छिछला पात्र (१) काँच की बर्तक प्याली (Petric dish) हो सकती है जो प्रायः 10 मिलीमीटर गहराई की हो; (२) छिछली सिलिका अथवा घातु की प्याली हो सकती है जिसका ढक्कन भी हो; (३) छिछली डाटवाली तालन-बोतल हो सकती है अथवा (४) दो घटि-काँच हो सकते हैं जिनके पकड़ रखने के लिए स्वज (clips) हों।

चूल्हा ऐसा रहना चाहिए कि उसका ताप स्थिर (steady) और एक-सा रखा जा सके। इसके लिए निचोलित चूल्हे इस्तेमाल होते हैं। निचोल में ग्लोसिरीन और जल उचित अनुपात में भरा जाता है ताकि उससे ताप 105° से० प्राप्त हो सके। निचोल में टोल्वीन भी रखा जा सकता है। टोल्वीन या जल वाष्प बनकर निकल न जाय इसे रोकने के लिए निचोल में एक पश्चवाही संधनित्र जोड़ देते हैं। निचोल में एक थर्मामीटर लगा रहता है। इससे चूल्हे के ताप का पता लगता है।

कोयले के आक्सीकरण को रोकने के लिए चूल्हे का वातावरण शुष्क और पूर्व-तप्त नाइट्रोजन का होना चाहिए। प्रति घण्टा चार से पाँच बार नाइट्रोजन के वातावरण को बदलने की आवश्यकता पड़ती है। इस काम के लिए विशेष चूल्हे बने हुए हैं।

वायु का चूर्ण कर दबाव को २ से २५ इंच पारद के दबाव पर रखें तो आक्सीकरण की संभावना बिल्कुल नहीं रहती। ऐसी दशा में मुखाने में भी कम समय लगता है। न्यून दबाववाले चूल्हे में एक घण्टे में प्रयोग की समाप्ति हो सकती है। अन्य चूल्हों में अधिक समय लगता है।

वाष्पशील पदार्थ

वाष्पशील पदार्थ के निर्वारण में निम्नलिखित बातों का विशेष ध्यान रखना आवश्यक है—

(१) ताप का नियंत्रण सरल और यथार्थता से होना चाहिए।

(२) गरम और ठंडा करने के समय आक्सीकरण से बचाना चाहिए।

(३) जिस ताप पर निर्धारण करना है उस ताप पर सारा वाष्पशील पदार्थ पूर्ण रूप से निकल जाना चाहिए।

वाष्पशील पदार्थ के निर्धारण के लिए जो ताप प्रामाणिक ताप माना गया है वह 925° से० है।

इस निर्धारण के लिए जो विधि प्रयुक्त होती है उसे 'बोन और सिल्वर विधि' कहते हैं। इस विधि की विशेषता निम्नलिखित है—

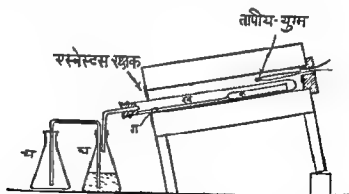
(१) कोयले को कोयला गैस के सम्पर्क में ही गरम और करते हैं। इससे आक्सीकरण का भय बिल्कुल नहीं रहता।

(२) उपकरण ऐसा है कि वाष्पशील अंश का निष्कासन पूर्ण रूप से हो जाता है। उसकी मात्रा का ज्ञान भी सरलता से और यथाव्यंता से हो जाता है।

(३) जो कोयला चिटकता है उसके गरम करने की गति धीमी की जा सकती है ताकि चिटकने से परिणाम में कोई अन्तर न पड़े।

(४) यह विधि सब प्रकार के कोयले के लिए इस्तेमाल हो सकती है। वाष्पशील पदार्थ के कम होने से कोई हानि नहीं होती।

(५) इस विधि में कोयले का जो अवशेष बच जाता है उसकी मात्रा पर्याप्त रहती है। उससे कोयले की प्रकृति का स्पष्ट रूप से पता लग जाता है।



चित्र ६९—बोन और सिल्वर उपकरण

इस विधि का उपयोग ग्रेट ब्रिटेन में अधिकता से होता है पर अमेरिका में प्रयुक्त होनेवाली विधि इससे कुछ भिन्न है। अमेरिका में प्रयुक्त होनेवाली विधि को 'अमेरिकी विधि' अथवा 'मूपा विधि' कहते हैं। इसका वर्णन आगे होगा। जिस विधि

का यहाँ वर्णन किया जा रहा है उसमें जो उपकरण प्रयुक्त होता है उसे 'बोन और सिल्वर उपकरण' कहते हैं। उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है।

निर्धारण की रीति

प्रायः १२ सेंटीमीटर लम्बी और १.५ सेंटीमीटर व्यास की एक छोटी सिलिका की नलिका 'क' रहती है। इस नलिका में महीन पिसे हुए वायु-शुष्क कोयले के प्रायः ५ ग्राम की बड़ी मयार्थता से तौलकर एक दूसरी बड़ी सिलिका नली में फिमला देते हैं। यह बड़ी नली 'ख' ३० सेंटीमीटर लम्बी और २.५ सेंटीमीटर व्यास की, एक ओर बन्द और दूसरी ओर खुली रहती है। नलिका का खुला छोर बड़ी नली के बन्द छोर की ओर रहता है। बड़ी नली के खुले छोर को काग 'ग' से बन्द कर उसमें एक छोटी निकास नली लगाकर उसे एक बोतल 'घ' में ले जाते हैं। बोतल में पानी रसा रहता है। एक सिलिका छड़ 'च' द्वारा नलिका को नली में फिसलने से रोकते हैं। बोतल को काग से बन्द कर देते हैं। काग में एक निकास नली और यूनली जुड़ी रहती है। यूनली का एक छोर एक रिक्त बोतल 'छ' के पेंदे में जाता है।

उपकरण को विद्युत्-भ्राष्ट्र अथवा अन्य किसी भ्राष्ट्र में गरम करते हैं। भ्राष्ट्र का ताप ९२५° से० उठाकर तब उसमें सिलिका नली डालते हैं। भ्राष्ट्र की लम्बाई २५ सेंटीमीटर से कम नहीं रहनी चाहिए। अपवारित भ्राष्ट्र अथवा नली भ्राष्ट्र प्रयुक्त हो सकता है। भ्राष्ट्र इतना बड़ा होना चाहिए कि दो या दो से अधिक नलियाँ उसमें रखी जा सकें। भ्राष्ट्र क्षितिज से ५ या १०° नत रखा जाता है ताकि कोयले से निकला अलकतरा बहकर बाह्य सिलिका के मुख पर चला आये और अन्त्यन्तर नलिका के बाहर इकट्ठा होकर कोयला न बने।

उपकरण से स्थानान्तरित वायु और कोयले से निकली गैसें बोतल में अरती हैं और पानी को बोतल से निकालकर पाश्वर् में कर देती हैं। प्रायः ४० मिनट के बाद गैस का निकलना बन्द हो जाता है। जब गैस का निकलना बन्द हो जाय तब भ्राष्ट्र को ठंडा कर नली को निकालकर शोषित्र में ठंडा कर शीघ्रता से तौलते हैं। भार में जो कमी होती है उससे नमी की मात्रा निकालकर कोयले में वाष्पशील अंश की मात्रा मालूम करते हैं।

नली को बन्द करने के लिए खर का काग अच्छा नहीं होता क्योंकि खर गरम करने पर कोमल होकर मुख पर चिपक जाता है। छाल का काग अच्छा होता है। गरम करने से अधिक से अधिक वह झुलस जाता है। ऐसा काग सस्ता भी होता है।

यदि प्रयोग सावधानी से किया जाय तो दो प्रयोगों के परिणाम में ०.३ प्रतिशत से अधिक का अन्तर नहीं होता। साधारणतया अन्तर केवल ०.१ प्रतिशत का होता है। नली में जो कोयला बच जाता है उसका परीक्षण करते हैं। कोयला विभिन्न प्रकार का, सघन पिंड से लेकर सरलता से टूटनेवाला—दुर्बल हो सकता है।

इंग्लैंड में जो रीति प्रामाणिक समझी जाती है वह इस प्रकार की है—

वायु-शुष्क कोयले के १ ग्राम का लेकर अपवारित भ्राप्ड्र में 92.5° से० की स्थिरता पर एक निश्चित विस्तार के पारमासक सिलिका की मूपा में ठीक ७ मिनट तक गरम करते हैं। इस रीति में तीन महत्त्व के सुधार हुए हैं। एक सुधार 'क' चिटफनेवाले कोयले के लिए अधिक उपयुक्त है। दूसरा सुधार 'ख' अंधेसाइट और उच्च कोटि के कोक बननेवाले कोयले के लिए ठीक समझा जाता है और तीसरा सुधार 'ग' ऐसे कोयले के लिए अच्छा है जिसमें वाष्पशील पदार्थ १२ प्रतिशत तक रहता है।

(१) भ्राप्ड्र—भ्राप्ड्र को गैस या विद्युत् से गरम करते हैं। भ्राप्ड्र का ताप 92.5° से० पर स्थिर रहना चाहिए। भ्राप्ड्र में दो द्वार होते हैं। एक आगे और दूसरा पीछे। आगे का द्वार ऐसा रहता है कि वह आवश्यकता पड़ने पर बिलगुल बन्द किया जा सके। पीछे का द्वार साधारणतया बन्द ही रहता है। उसमें एक छोटी वाहनी (flue) लगी रहती है। भ्राप्ड्र का ताप 92.5° से० तक बढ़ाकर उसमें मूपा रखते हैं। मूपा रखने के समय तीन मिनट में ताप 91.0° से० तक पहुँच जाना चाहिए।

थर्मामीटर या तापीय युग्म—ताप के नापने के लिए तापीय युग्म का उपयोग होता है। तापीय युग्म एक मिलीमीटर मोटाई की धातु का बना होता है। भ्राप्ड्र में एक स्थित मूपा को यथास्थान रखकर कुछ मिनट तक द्वार को बन्द कर उसके ताप का नियंत्रण कर लेते हैं। जब आवश्यक ताप प्राप्त हो जाता है तब कोयलानाली मूपा डालते हैं। भ्राप्ड्र के पिछले भाग के एक छोटे छेद से थर्मामीटर लगाते हैं। तापीय युग्म का जोड़ खुला नहीं रहना चाहिए, वह ढँका हुआ रहना चाहिए। एक प्रामाणिक तापीय युग्म से ढँके हुए तापीय युग्म की जाँच समय-समय पर कर लेनी चाहिए। यदि आवश्यक हो तो उसका संशोधन कर लेना चाहिए।

मूपा—मूपा पारमासक सिलिका की बेलनाकार होनी चाहिए। इसका ढक्कन नी रहना आवश्यक है। मूपा का आयाम इस प्रकार रहना चाहिए।

मूषा	ढक्कन
ऊँचाई ३८ मिलीमीटर	अभ्यन्तर व्यास २७ मिलीमीटर
बाह्य व्यास २५ "	कूप का व्यास २१ "
अभ्यन्तर व्यास २२ "	कूप की गहराई ४ "

मूषा और ढक्कन का संयुक्त भार १२ से २४ ग्राम रहना चाहिए। मूषा एक स्तम्भ पर रखी जाती है।

प्रामाणिक कार्यप्रणाली

एक ग्राम कोयले को तौलकर मूषा में समान रूप से फैचा देते हैं। ढक्कन से मूषा को ढँककर आधार पर रखते हैं। मूषा और ढक्कन को अब ब्राय्ड में रखते हैं जिसका ताप ९२५° से० रहता है। ब्राय्ड का द्वार बन्द कर देते हैं।

ठीक ७ मिनट के बाद मूषा को निकालकर लोहे के एक ठंडे पट्टे पर शीघ्र ठंडा होने के लिए रखते हैं। शीघ्रता इसलिए करते हैं कि कोयले का आक्सीकरण न हो। उष्ण मूषा को ही शोषित्र में रखकर ठंडी होने पर तुला पर तौलते हैं। तौल में जितनी कमी होती है उससे कमी की प्रतिशतता निकालते हैं। जल की प्रतिशतता निकाल लेने पर शेष प्रतिशतता वाष्पशील पदार्थ की है।

पहला 'क' सुधार—गरम करने के क्रम को नीचा करने के उद्देश्य से एस्वेस्टस मण्डल (डिस्क) २५ मिलीमीटर व्यास और १ मिलीमीटर गहराई पर रखकर मूषा को गरम करते हैं। मण्डल का उपयोग ही इसकी विशेषता है।

दूसरा 'ख' सुधार—कोक न बननेवाले कोयले के साथ कुछ कोक बननेवाला कोयला मिला देते हैं ताकि उससे सघन बटन बनकर चिटकने से कोयले की हानि न होने दे। कोक बननेवाले कोयले में लगभग २५ प्रतिशत वाष्पशील पदार्थ रहना चाहिए। यदि वाष्पशील पदार्थ इससे अधिक हो तो परिणाम में अधिक भ्रुति हो सकती है।

यहाँ ०.८ ग्राम परीक्षणवाले कोयले को ०.२ ग्राम कोक बननेवाले कोयले के साथ मिलाकर गरम करते हैं। कोक बननेवाले कोयले के वाष्पशील अंश की मात्रा का निर्धारण पहले कर लेते हैं।

यदि कोक बननेवाले कोयले में भार की कमी (नमी के साथ) 'क_१' होती है और मिश्रित कोयले के भार में कमी 'क_२' होती है तो परीक्षणवाले कोयले की वास्तविक कमी 'क' इस समीकरण से निकाली जाती है—

$$k = \frac{k_1 - 2k_2}{4}$$

इस 'क' से नमी की प्रतिशतता निकाल लेने से वास्तविक वाष्पशील पदार्थ की प्रतिशतता निकल आती है।

तीसरा 'ग' सुधार—१ ग्राम कोयले को ९२५° से० पर ७ मिनट तक नाइट्रोजन के प्रवाह में गरम करते हैं। ऐसे नाइट्रोजन को पहले लकड़ी के कोयले पर ९२५° से० पर प्रवाहित कर फिर क्षारीय पाइरोगैलोल के विलयन पर प्रवाहित कर आक्सीजन से मुक्त कर लेते हैं और अन्त में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल पर प्रवाहित कर नाइट्रोजन को सुखा लेते हैं।

राख का निर्धारण

एक पोर्सलिन अर्थात् सिलिका शराव लेते हैं। शराव प्रायः एक सेंटीमीटर गहरा और पाँच सेंटीमीटर व्यास का होना चाहिए। उसमें एक ग्राम के लगभग कोयले वा महीन चूर्ण रखकर तौलते हैं। शराव को फिर ठंडे अपवारित भ्राष्ट्र में रखकर भ्राष्ट्र को गरम करके ३० मिनट में ४००-४५०° से० ताप तक पहुँचा देते हैं। इसी ताप पर ३० मिनट रखकर फिर एक घंटे तक ७७५° ± २५° पर रखकर पूर्ण रूप से कोयले को जला लेते हैं। यदि दो भ्राष्ट्रों का इसके लिए उपयोग करें तो अच्छा है। दो भ्राष्ट्रों से जलना जल्दी समाप्त होता है और चिटकना भी कम होता है। यहाँ कुछ गन्धक यौगिक स्थायी यौगिक बनने के पूर्व विच्छेदित हो जाते हैं। इससे अस्थायी गन्धक की मात्रा स्थायी पायी जाती है।

यहाँ कई प्रयोगों को साथ-साथ करते हैं पर साधारणतया ६ प्रयोगों से अधिक नहीं करते। भ्राष्ट्र में वायु का प्रवेश स्वच्छन्दता से होने देते हैं। इसके लिए भ्राष्ट्र में छोटी वाहनी का प्रबन्ध रखते हैं। भ्राष्ट्र का अगला द्वार खिसकनेवाला होता है। कोयले के जलाने के समय द्वार को केवल १/४ इंच खुला रखते हैं। हवा का बहुत अधिक प्रवेश भी ठीक नहीं है क्योंकि हलकी राख इससे उड़कर नष्ट हो सकती है।

भ्राष्ट्र से शराव निकालने के समय द्वार खोलने से पहले वाहनी को बन्द कर लेते हैं ताकि वायु के प्रवेश से राख उड़कर यांत्रिक रूप से निकल न जाय।

कोयला जलाने के समय धराव को ढँकना नहीं चाहिए। ढँकने से गन्धक स्वच्छ-
न्दता से निकलता नहीं है। राख में मिलकर गन्धक की मात्रा इससे अनियमित हो
जाती है।

यदि जलना पूर्ण न हो तो बार बार जलाना और तौलना चाहिए। जब भार स्यार्यों
हो जाय तब जलाना बन्द कर देना चाहिए।

टिप्पणी—कोयले में जल की मात्रा घटती-बढ़ती रहती है। अतः जिस दिन
कोयले में राख की मात्रा निकालनी हो उस दिन नमी की मात्रा का निर्धारण अवश्य
कर लेना चाहिए।

प्राथमिक विश्लेषण के आँकड़ों को इस प्रकार अंकित करना चाहिए—

वैश्लेषिक रिपोर्ट

कोयले की क्रमसंख्या।

कोयले के नमूने का वर्णन। किस खान से कितने कोयले से नमूना निकाला
गया है। खान से कोयला कब निकला है।

[झरिया खान से २००० टन कोयले से नमूना निकाला गया है। कोयला खान
से जनवरी २ और जनवरी १४ के बीच निकाला गया था।]

नमूने की प्राप्ति का दिनांक। विश्लेषण का दिनांक।

जिस कोयले का विश्लेषण हुआ है उसमें नमी की मात्रा ६.४ प्रतिशत थी।

वायु-शुष्क कोयले का विश्लेषण

नमी	१.५ प्रतिशत
वाष्पशील पदार्थ (नमी छोड़कर)	२७.६ "
स्यार्या कार्बन (अन्तर से)	५७.३ "
राख	१३.६ "
	१००.०० "
राख में गन्धक	०.१ "
दहनशील गन्धक	०.६ "
समस्त गन्धक	०.७ "

कलरीमान	
(क) वायु-शुष्क कोयले का	१२·६४० ब्रि० टि० यू० प्रति पाउण्ड
(ख) कोयले का, जैसा खान से आया	११·९३० " "
राख का रंग	हलका क्षपिल वर्ण
कोक के लक्षण	भूरे रंग का चमकीला।
	फूलनेवाला और रन्ध्ररहित
	कठोर और मजबूत

प्राथमिक विश्लेषण से भिन्न-भिन्न प्रकार के कोयले से जो आंकड़े प्राप्त होते हैं उनसे कोयले का वर्गीकरण इस प्रकार किया जा सकता है—

कोयला	राग में निपलने पर गमी की मात्रा	बृद्ध राग रहित कोमले में १०० से ० पर बाणधील पदार्थ	कोक का नो गुण	उपयोग
अथ सादृष्ट	२ - ३	८ में कम	कोक य. नो. राग	भरे हुए बर्तन, भरे हुए और कम उपपन्न में
अथ सादृष्टीय	३ - ६	८ - १६	"	भार और भी उपपन्न में
अथ विट्टिमनी	३ - ६	१६ - २०	कोक न य. नो. राग अथवा भार नो. य. नो. राग	भार नो. उपपन्न में
यटोर कोक वनमेवाला कोयला	३ - ६	१७ - ३०	भार नो. राग	भार नो. उपपन्न में
मैस-कोयला	३ - ६	३० - ३६	प्रवर्ध कोक	
मैस-कोयला	३ - ३०	३६ - ४०	प्रवर्ध कोक	
प्राष्ट-कोयला	५ - १६	४० - ४५	कोक न य. नो. राग	भरे हुए और य. नो. राग
ब्राउन कोयला और ग्रेनाइट	१६ - ६०	४५ के ऊपर	कोक न य. नो. राग	भरे हुए और य. नो. राग

कोयले के पिंड बनने की क्षमता

प्रसमूहन-मान का निर्धारण

कार्बनीकरण से कैंसा कोयला बनता है, इससे पता लगता है कि कोयला किस काम के लिए अधिक उपयुक्त है। कुछ कोयले के कार्बनीकरण से बहुत दुर्बल असम्बद्ध पिंड बनता है जो धातु के निर्माण के लिए ठीक नहीं है। जो कोयला प्रबल अल्प कोक बनता है वह वायलर में जलाने अथवा गैस-उत्पादन के लिए ठीक नहीं होता। इस कारण कोयले के पिंड बनने या प्रसमूहन-शक्ति या प्रसमूहन मान के निर्धारण की आवश्यकता पड़ती है।

पिंड बनने के गुण का निर्धारण अनेक रीतियों से हो सकता है। ब्रिटिश स्टैंडर्ड संस्थान ने जिस रीति का समर्थन किया है वह यह है—

कोयले और बालू के विभिन्न मिश्रणों के २५ ग्राम को ९००° से० पर कार्बनीकृत करते हैं। इससे जो पिंड बनता है उस पर ५०० ग्राम भार रखकर देखते हैं कि वह इस भार को सहन कर सकता है या नहीं। यदि कर सकता है तो उससे ५ प्रतिशत से अधिक असम्बद्ध चूर्ण तो प्राप्त नहीं होता।

कोयले का गरम करना भ्राष्ट्र में होता है। भ्राष्ट्र का ताप ९००° ± १५° से० रहना चाहिए। भ्राष्ट्र का द्वार ठीक-ठीक व्यवस्थित रहना चाहिए। भ्राष्ट्र को गैस से अथवा बिजली से गरम करते हैं। भ्राष्ट्र ऐसा होता है कि ७ मिनट में उसका ताप ९००° से० तक पहुँच जाय। तापीय युग्म से भ्राष्ट्र का ताप नापते हैं। मूपा सिलिका को रहनी चाहिए। मूपा का आयाम ऐसा रहना चाहिए।

मूपा	ढक्कन
शिखर का अन्त्यंतर व्यास ३८ ± १० मि० मी०	अल्पतम चौड़ाई ४६ मि० मी०
पेंदे का बाह्य व्यास २६ ± १ मि० मी०	महत्तम „ ६० से ६२.५ „
ऊँचाई ४२ ± ०.७५ मि० मी०	मोटाई लगभग १.५ मि० मी०
चक्रता का व्यासार्ध (पेंदे के मोल विनारे में) ३.५ मि० मी०	ढक्कन के गुहा भाग का व्यास ३६ मि० मी०
	गुहा की महुराई ३ से ४ मि० मी०

ठोस स्वर की डाट

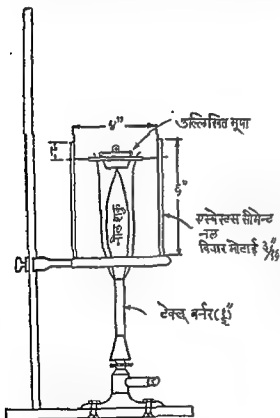
व्यास, संकीर्ण छोर का	१ $\frac{1}{4}$ इंच
व्यास, चौड़े छोर का	१ $\frac{1}{2}$ इंच
ऊँचाई	१ $\frac{1}{4}$ इंच

बालू—बालू शुद्ध सिलिका की होनी चाहिए। उसमें मिट्टी, चूना, पत्थर सदृश कोई अपद्रव्य मिला नहीं रहना चाहिए। इतनी भली होनी चाहिए कि ५२-अक्षि ब्रिटिश

प्रामाणिक चलनी में छन जाय पर ७२-अक्षि ब्रिटिश प्रामाणिक चलनी में न छने। इसमें बड़े-बड़े कण १५ प्रतिशत से अधिक और छोटे-छोटे कण प्रायः १० प्रतिशत से अधिक न रहें। ९२०° से० पर ३ घंटे गरम करने से कण टूट न जायें। तप्त हलके हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में ०.५ प्रतिशत से अधिक घुलनी न चाहिए। इस काम के लिए विशेष प्रकार की बालू तैयार होती है। ऐसी ही विभिन्न प्रकार से प्राप्त बालू का उपयोग करना चाहिए।

कार्य-प्रणाली

बालू और कोयले के तौलने के लिए एक तौलन-बोतल उपयुक्त होती है। ऐसी बोतल ३ इंच ऊँची और १ इंच व्यास की होती है। ऐसी बोतल में बालू और



चित्र ७०—कोयले के फुलाव—प्रकृति निर्धारण का उपकरण

भली पिसे कोयले के ठीक २५ ग्राम का रखकर तौलना चाहिए। बालू और कोयले को पूर्णतया एसिचुग से मिलाकर बोतल में रखना चाहिए। कोयले और बालू को फिर बोतल से लेकर मूपा में रखकर वहाँ भी भली-भाँति मिलाकर मूपा को ढकन

से ढँककर सिलिका त्रिकोण पर रखकर १ सेंटीमीटर ऊँचे एक स्तम्भ पर रखकर $900 \pm 15^\circ$ से० ताप भ्राष्ट्र में रखकर भ्राष्ट्र का द्वार बन्द कर देना चाहिए।

ठीक ७ मिनट तक भ्राष्ट्र में गरम कर स्तम्भ और मूषा को भ्राष्ट्र से हटाकर एस्वेस्टस के खत्ते पर रखकर कमरे के ताप तक ठंडा कर लेना चाहिए। ३० मिनट के बाद स्तम्भ से मूषा को हटाकर डक्कन को उठा लेना चाहिए। अब मूषा में खर की डाट को धीरे से ऐसा लगा देना चाहिए कि उसका संकीर्ण छोर कार्बनीकृत मिश्रण पर रहे। मूषा और डाट को सफेद काँचित कागज पर उलटकर चूर्ण को उस पर झकट्टा करना चाहिए। अब मूषा को धीरे-धीरे ऊपर की सीध में उठाकर डाट से सवद्ध कार्बन के पिंड को डाट हटाकर अलग अलग बड़ी सावधानी से रखना चाहिए ताकि पिंड टूटे नहीं। अब पिंड पर ५०० ग्राम का भार बहुत धीरे-धीरे रखना चाहिए। यदि पिंड भार को सह ले तो डाट के ऊपर से चूर्ण को निकालकर भार से अने चूर्ण के साथ मिलाकर घटि-काँच पर तौलना चाहिए।

इसी प्रकार बालू और कोयले के अन्य मिश्रणों से बारी-बारी से प्रयोग कर देखना चाहिए कि किस मिश्रण से ऐसा पिंड प्राप्त होता है जो ५०० ग्राम भार को सहन कर सकता है और चूर्ण की मात्रा १-२ ग्राम से अधिक नहीं प्राप्त होती। कुछ मिश्रण ५०० ग्राम भार को सहन नहीं करते और कुछ मिश्रण १-२५ ग्राम से अधिक चूर्ण प्रदान करते हैं। यहाँ जो अनुपात न्यून होता है वही कोयले का प्रसमूहन-मान होता है।

क्रमसंख्या	बालू का कोयले से अनुपात	चूर्ण	भार ग्राम में	प्रसमूहन मान
४६	१४	१.७	१०००	२१
	१६	२.०	१०००	
	१८	३.९	१०००	
	२०	३.९	१०००	
	२१	४.८	५००	
	२२	६.०	५००	
	२४	६.९	—	

कोयले की फुलावट सुप्रवृत्ति

कोयले के गरम करने पर वह फैलता है। कोयला कितना फैलता है इसका ज्ञान बहुत लाभकारी है। कोयले के इस प्रकार फूलने को 'फुलावट' कहते हैं। फुलावट के नापने के लिए जो परीक्षण होता है वह इस प्रकार का है—

उपकरण—(१) पारदर्शक सिलिका मूपा जिसका ढक्कन भी सिलिका का हो। मूपा ऐसी होनी चाहिए—

भार ११ से १२.७५ ग्राम

ऊँचाई $2\frac{1}{2} \pm 0.5$ मि० मी०

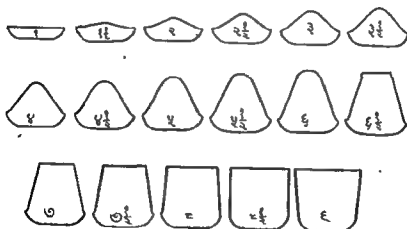
शिखर का व्यास $4\frac{1}{2} \pm 0.5$ मि० मी०

पेदे का व्यास ११ मि० मी० से कम नहीं

धारिता लगभग १७ मिली

(२) त्रिकोण पारभासक सिलिका को

याह्य व्यास ६ से $6\frac{1}{2}$ मि० मी०



चित्र ७१—फुलावट के प्रामाणिक घटन

यह त्रिकोण क्रोम-निकेल तार पर चढ़ा हुआ रहता है जिसके पार्श्व की लम्बाई ६३ से ६४ मि० मी० और अन्त्यन्तर वृत्त का व्यास प्रायः ३२ मि० मी० होता है।

(३) टेक्लूवर्नर $2\frac{1}{2}$ इंच व्यास का

(४) वहति-वर्म—एस्वेस्टस सीमेंट नली का प्रायः ६ इंच लम्बा, ४ इंच अन्त्य-

न्तर व्यास का और ४ $\frac{1}{2}$ इंच बाह्य व्यास का होता है। एक छोर पर एक-एक इंच गहरी तीन दरारें होती हैं जिनमें सिलिका त्रिकोण का तार रखा जाता है।

टेबलूवर्नर में गैस और वायु-प्रदाय ऐसा होता है कि ज्वाला प्रायः १२ इंच लम्बी हो।

मूषा, वनर, सिलिका त्रिकोण आदि को ऐसा व्यवस्थित रखते हैं कि मूषा का ताप १ $\frac{1}{2}$ मिनट में ८००° \pm १०° से० और २ $\frac{1}{2}$ मिनट में ८२०° \pm ५° में पहुँच जाय।

परीक्षण रीति

वायु-शुष्क महीन पीसे हुए कोयले के १ ग्राम चूर्ण को मूषा में सीलकर १२ बार धीरे-धीरे बेंच पर थपथपाकर समतल कर लेते हैं। मूषा को ठक्कन से ढँककर सिलिका त्रिकोण पर रखकर बहति-वर्म से सुरक्षित रखते हैं। अब गैस को जलाकर मूषा को २ $\frac{1}{2}$ मिनट तक गरम करते हैं। मूषा को फिर ठंडा कर कोक के बटन को उससे निकालकर चित्र में दिये प्रामाणिक कोक के बटन के आकार से तुलना करते हैं। कोक के कई बटन तैयार कर उनसे तुलना करते हैं।

कोयले के रखे रहने से फुलाव की सुप्रवृत्ति बदल जाती है। अतः कोयला प्राप्त होते ही इस परीक्षण को कर लेना चाहिए। परीक्षण करने के ठीक पहले कोयले को पीसना चाहिए। रिपोर्ट में यह अवश्य लिखना चाहिए कि कब नमूना प्राप्त हुआ और कब उसका परीक्षण हुआ।

यदि बटन के स्थान में चूर्ण प्राप्त हो अथवा बटन का फुलाव न होना हो और बटन ५०० ग्राम के भार को सहन न कर सकता हो तो ऐसे कोयले को 'अनभिपिडन' (non-agglomerating) कोयला कहते हैं। यदि बटन बने और वह दूध टुकड़ों में टूट जाय तो ऐसे कोयले को 'अभिपिडन' (agglomerating) कोयला कहते हैं।

कोक का प्राथमिक विश्लेषण

नमी का निर्धारण

नमी का निर्धारण ठीक वैसा ही होता है जैसा कच्चे कोयले में नमी का निर्धारण होता है। अन्तर केवल यही है कि चूल्हे के वातावरण में नाइट्रोजन की आवश्यकता नहीं होती। वायु के वातावरण में भी प्रयोग हो सकता है, क्योंकि कोक १०५-११०° से० पर आक्सीकृत नहीं होता।

वाष्पशील पदार्थ का निर्धारण

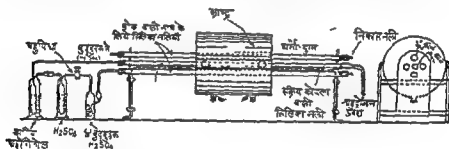
वाष्पशील पदार्थ के निर्वारण में आर्द्र का ताप 95° से 0 रहना चाहिए। चूँकि कोक में वाष्पशील पदार्थ कम रहता है और वह उपकरण से आक्सिजन के विसर्पण के लिए पर्याप्त नहीं होता, इस कारण कोक के गरम करने में नाइट्रोजन का आवरण आवश्यक है।

अथवा

एक ग्राम ब्लॉक पर दो में चार यूँद बेंजोइन को डालकर तब ताप को 95.0° से उठाते हैं। बेंजोइन का वाष्प वायु को विस्थापित कर कोक को आक्सीकरण से बचाता है।

अथवा

वाष्पशील पदार्थ का निर्धारण ऐसे उपकरण में करते हैं जिसमें साथ-साथ चार प्रयोग किये जा सकते हैं। यहाँ आष्ट्र एक लम्बी नली १२ इंच की होती है जिसमें सिलिका की $\frac{3}{4}$ इंच व्यास की चार नलियाँ रखी जा सकें। केन्द्र की नली में सिलिंडर से नाइट्रोजन प्रविष्ट होता है। केन्द्र की नली में सक्रियत कार्बन रखा रहता है ताकि



चित्र ७२—वाष्पशील अंश के निर्धारण का उपकरण

आक्सिजन का अन्तिम अंश निकाला जा सके। नली के बाद दो घाबन-घोतलें रहती हैं। एक में पाइरोगैलोल का क्षारीय विलयन और दूसरी में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल रखा रहता है, ताकि आक्सिजन पूर्णतया निकल जाय और नाइट्रोजन सूख जाय। सल्फ्यूरिक अम्ल से नाइट्रोजन के प्रवेश की गति का भी ज्ञान होता है।

कोयले के नमूने के एक ग्राम को पोर्सलिन की भाँप पर रखकर सिलिका नली में रख देते हैं। अब सिलिका नली को 600° से० तक गरम करते हैं। यदि कोयला चटकता हो तो 400° से० तक ही गरम करना चाहिए। फिर ताप को 950° से० तक ऊपर उठाते हैं। ताप का यह उठना ४० मिनट में होना चाहिए। इस ताप पर

अब ठीक ७ मिनट रखते हैं। अब भ्राष्ट्र को हटाकर नाव को ठंडा होने देते हैं। नाइट्रोजन के प्रवाह की गति को अब बढ़ा देते हैं। पहले जहाँ प्रति सेकंड दो बुलबुले निकलते थे वहाँ अब तीन बुलबुले कर देते हैं। जब नाव ठंडी हो जाती है तब उसे शोधित्र में १० मिनट तक रखकर तीलते हैं। तील में जो कमी होती है उससे वाष्पशील पदार्थ की प्रतिशतता निकालते हैं। वायु-शुष्क या शुष्क कोक में ही वाष्पशील पदार्थ का निर्धारण करते हैं।

अन्त्य विश्लेषण

कोयले के अन्त्य विश्लेषण में कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, गन्धक और आविस्जन की प्रतिशतता निकालते हैं।

कार्बन और हाइड्रोजन का निर्धारण

कार्बन और हाइड्रोजन का निर्धारण दहन रीति से होता है। इसमें कोयले को महीन पीसकर ज्ञात-भार को लेकर वायु या आक्सीजन के वातावरण में ताँबे के आवसाइड की उपस्थिति में जलाते हैं। दहन से कार्बन कार्बन डाइ-आक्साइड बनाता है और हाइड्रोजन जल। इन्हें इकट्ठा कर उनका भार मापलूम करते हैं और उनसे कार्बन और हाइड्रोजन की प्रतिशतता निकालते हैं।

दहन के लिए जो उपकरण प्रयुक्त होता है वह वही है जो कार्बनिक रसायन में प्रयुक्त होता है। इस उपकरण का सविस्तर वर्णन किसी भी कार्बनिक रसायन की पुस्तक में मिल सकता है। अतः इसका सविस्तर वर्णन यहाँ नहीं किया जा रहा है।

इस प्रयोग के लिए दहन-भ्राष्ट्र की आवश्यकता पड़ती है। ऐसा भ्राष्ट्र बाजारों में रासायनिक उपकरणों की दूकानों पर विकता है। गैस अथवा बिजली से भ्राष्ट्र गरम किया जाता है। कोयले को दहन-नली में रखते हैं। दहन-नली ताँबे के दानेदार आक्साइड से भरी रहती है, भ्राष्ट्र का ताप लगभग 400° से ० पहुँचना चाहिए।

हाइड्रोजन से बना जल का अवशोषण एक कैल्सियम क्लोराइड यू-नली में होता है। कैल्सियम क्लोराइड को $100-200^{\circ}$ से ० तक गरम करके पूरा अजल बना लेते हैं। इसे कार्बन डाइ-आक्साइड के प्रवाह में मत्पुष्ट भी कर लेते हैं। वायु-प्रवाह द्वारा कार्बन डाइ-आक्साइड के व्याधिक्य को निकाल लेते हैं। कार्बन डाइ-आक्साइड का अवशोषण एक विशेष प्रकार के अवशोषक गाँव—ग्रीनलर अवशोषक में करते हैं। इसमें दाहक पोटाश का ५० प्रतिशत विलयन रखा रहता है।

दहन पहले वायु के वातावरण में करते हैं। अन्त में १० से १५ मिनट के लिए आक्सीजन का वातावरण रखते हैं। इससे निश्चित हो जाता है कि दहन परिपूर्ण

हो गया है। यहाँ परीक्षण के लिए जो आक्सीजन तैयार करते हैं वह वंशुत-विच्छेदन से प्राप्त नहीं रहना चाहिए, क्योंकि ऐसे आक्सीजन में 0.5 प्रतिशत तक हाइड्रोजन रह सकता है। कैल्सियम क्लोराइडवाली मूनली और गोज़लर अवशोषक के भारों की वृद्धि से जल और कार्बन डाइ-आक्साइड बनने के भार का ज्ञान होता है।

परिणाम की यथार्थता

कोयले में कार्बोनेट रह सकता है। यह कार्बोनेट विच्छेदित होकर कार्बन डाइ-आक्साइड प्रदान करता है। यह कार्बन डाइ-आक्साइड भी दाहक पोटैश के विलयन में अवशोषित होकर वास्तविक कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा को बढ़ा देता है। एक प्रतिशत कैल्सियम कार्बोनेट से 0.88 प्रतिशत कार्बन डाइ-आक्साइड निकलता और उसमें 0.12 प्रतिशत कार्बन रहता है। अतः प्रत्येक प्रतिशत कार्बोनेट के कारण कार्बन की प्रतिशतता 0.12 से बढ़ जाती है। अतः परिणाम में संगोचन की आवश्यकता पड़ती है।

इस प्रयोग में जल की जो मात्रा प्राप्त होती है उसमें कोयले में हाइड्रोजन के अतिरिक्त कोयले का जल और कोयले में उपस्थित खनिज लवणों का जल भी रहता है। इससे वास्तविक हाइड्रोजन की मात्रा बढ़ जाती है। पर यह वृद्धि अधिक नहीं होती। फिर भी इस जल के कारण आक्सीजन की मात्रा में अवश्य पर्याप्त, कभी-कभी बहुत अधिक वृद्धि हो जाती है।

नाइट्रोजन का निर्धारण

नाइट्रोजन की मात्रा निर्धारित करने में केलडाल रीति का उपयोग होता है। इन रीति में कोयले के नाइट्रोजन को अमोनिया में परिणत करते हैं। अमोनिया को अमोनियम सल्फेट में बनाकर उसमें सामान्य रीति से नाइट्रोजन की मात्रा निर्धारित करते हैं।

कोयले के एक ग्राम महीन धूर्ण को केलडाल प्लास्क में रखते हैं। उसमें फिर 9 ग्राम पोटैसियम सल्फेट और 0.2 ग्राम सिलिनियम और 30 सी० सी० सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल रखकर दो घंटा उबालते हैं। फिर प्लास्क को ठंडा कर एक लिटर-धारिता के गोल पेंदे के प्लास्क में स्थानान्तरित कर पानी से धोकर आयतन 250 सी० सी० बना लेते हैं। उसमें फिर प्रबल दाहक सोडा का 130 सी० सी० विलयन डालते हैं। 100 सी० सी० विलयन में 40 ग्राम दाहक सोडा रहना चाहिए। प्लास्क में अब पृथक्कारी निवाप और संधनित जोड़कर विलयन को उबालते हैं। वाष्प को $N/10$ सल्फ्यूरिक अम्ल के 20 सी० सी० में ले जाते हैं। जब समस्त अमोनिया निकल

जाम तब वचे हुए सल्फ्यूरिक अम्ल की मात्रा को $N/10$ दाहक सोडा द्वारा अनुमानन से मालूम करते हैं। सूचक के रूप में मियाइल औरेंज का उपयोग करते हैं।

यह सम्भव है कि जो प्रतिकारक प्रयुक्त हुए है उनमें किसी में नाइट्रोजन रहे। इसके लिए साथ-साथ एक रिक्त प्रयोग का भी करना अच्छा होता है।

समस्त गन्धक का निर्धारण

पोर्सीलेन अथवा प्लैटिनम की मूपा में महीन पोसा हुआ एक ग्राम कोयला तीलते हैं। उसमें फिर ३ ग्राम एस्का मिश्रण भली-भाँति मिला लेते हैं। ऊपर से एक ग्राम और एस्का मिश्रण से ढँक देते हैं। एस्का मिश्रण में दो भाग शुद्ध हल्का निस्तप्त मैंगनीशियम आक्साइड और एक भाग अजल सोडियम कार्बोनेट का रहता है। निस्तप्त मैंगनीशियम आक्साइड के स्थान में शुद्ध चूना (CaO) भी इस्तेमाल हो सकता है। कैल्सियम आक्साइड में साधारणतया सल्फेट का लेश रहता है। अतः ऐसे चूने का व्यवहार करना चाहिए जिसमें गन्धक न हो। लघु मैंगनीशियम आक्साइड हल्का होने के कारण कोयले के साथ भली भाँति मिल जाता है।

बिना ढँकी मूपा को अब एक से दो घण्टा धीरे-धीरे गरम करते हैं। इससे वाष्पशील पदार्थों का निष्कासन धीरे-धीरे होता है। फिर ताप को क्रमशः बढ़ाकर रक्त ताप करते हैं। कोयले का भस्मीकरण पूरा हो जाम इसके लिए मिश्रण को समय-समय पर प्लैटिनम अथवा निकेल के मजबूत तार से उठकेरते रहते हैं। कोयले के काले कण जब बिलकुल छुप्त हो जायें तब भस्मीकरण बन्द कर देते हैं।

मूपा का गरम करना अपवारित (muffle) भ्राष्ट्र में अच्छा होता है। गैस से गरम करने में गैस के गन्धक से दूषित हो जाने का भय रहता है। यदि अपवारित भ्राष्ट्र प्राप्य न हों तो स्मिथ लम्प से अथवा गैस-तप्त भ्राष्ट्र से, जिनमें गैस मूपा के सम्पर्क में न आती हो, गरम कर सकते हैं।

भस्मीकरण के पूरा होने पर जब कोयले के कण मूपा में देख न पड़ें तो मूपा को ठंडा कर मिश्रण को वीकर में स्थानान्तरित कर मूपा को उष्ण जल से धोकर और जल डालकर १५० सी० सी० बना लेना चाहिए।

अब उसमें १० सी० सी० बोमीन जल डालकर आधा घंटा जल-ऊष्मक पर गरम करना चाहिए। इसमें गन्धक का पूर्णतया आक्सीकरण हो जाता है। गन्धक सोडियम और पोटैसियम के सल्फेट में परिणत हो जाता है।

पर्याप्त हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालकर ठोस को घुला लेते हैं। उबालकर बोमीन के आधिक्य को निकालकर छान लेते हैं। छानित को उबालकर अमोनियम हाइड्रा-

कसाइड से प्रायः उदासीन बना लेते हैं। (२ या ३ बूंद मियाइल औरेंज सूचक के रूप में डालते हैं)। फिर सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का २ सी० सी० डालकर उबालते और उबलते विलयन में ही १० प्रतिशत बेरियम क्लोराइड के विलयन का १० सी० सी० धीरे-धीरे डालकर १५ मिनट और उबालते हैं। अब बीकर को कम से कम ४ घण्टा छोड़ देते हैं। उसके बाद छत्रा कागज पर (इसके लिए वाटमैन नं० ४० कागज अच्छा होता है) अथवा गूच मूपा में अवशेष को स्थानान्तरित कर उष्ण जल से धोते हैं। जब घोंवन में सिल्वर नाइट्रेट के विलयन से कोई दुग्धाम न बने तो धोना बन्द कर छत्रा कागज और अवशेष को सुखाकर जलाकर भस्मीभूत करते हैं। अवशेष को एक बूंद सल्फ्यूरिक अम्ल से भिगोकर फिर उत्तप्त कर ठंडा कर तौलते हैं। बेरियम सल्फेट के भार को ०.१३७४ से गुणा करने से गन्धक की मात्रा (भार में) प्राप्त होती है।

एस्का मिश्रण के साथ एक रिक्त प्रयोग भी करना चाहिए और उससे जो बेरियम सल्फेट आये उसे ऊपर प्रयोग से प्राप्त बेरियम सल्फेट के भार से घटा लेना चाहिए। सिम्पकिन और जोन्स (Simpkin and Jones) का मत है कि एस्का विधि उभी दशा में विश्वसनीय है जब गन्धक की मात्रा दो प्रतिशत से अधिक रहे।

वमविधि

वमविधि में कलरोमान के साथ-साथ गन्धक की मात्रा भी निर्धारित होती है। इससे समय, उपकरण और सामानों की बचत होती है।

कलरोमान के निर्धारण के बाद वम कलरोमापी को कम से कम ३० मिनट तक छोड़ देते हैं। इससे अम्लों के फुहारे बँठ जाते हैं। संवीड़ित गैस को केवल ४ मिनटों के लिए निकालने देते हैं। अब वम कलरोमापी को खोलते हैं और ढक्कन, निकास-कपाट, वम के अन्त्यन्तर भाग और मूपा को आसुत जल से पूर्ण रूप से धो लेते हैं। घोंवन को एक बीकर में रखकर फिर उसे विलयन में मिला देते हैं जिसमें गैस घोरी गयी है। राख में कुछ गन्धक रह जाता है। यह गन्धक नष्ट हो सकता है। यदि इसे नष्ट होने से बचाना अभीष्ट हो तो राख को सोडियम कार्बोनेट के साथ द्रवित कर हल्के हाइड्रोक्लोरिक से निष्कर्ष निकालकर वम कलरोमापी के घोंवन में मिला देते हैं।

सब घोंवन को इकट्ठा कर उसमें २ सी० सी० ब्रोमीन जल डालकर २ सी० सी० सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाकर उबालते और छानते हैं। छत्रे कागज पर जो अवशेष बच जाता है उसे उबलते जल से धो लेते हैं। अब विलयन को २५० सी० सी०

में बनाकर उसमें पूर्ण की भाँति बेरियम सल्फेट के रूप में गन्धक को अवक्षिप्त कर गन्धक को मात्रा निकालते हैं।

इस प्रकार से प्राप्त आँकड़े यथाार्थ हों इसके लिए निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना बहुत जरूरी है—

(१) बम कलरोमापी ऐसा रहना चाहिए कि उसमें सीस का कोई आस्तर न रहे। सीस के रहने से लेड सल्फेट बन सकता है जो कठिनता पैदा कर सकता है।

(२) बम कलरोमापी का आस्तर ऐसा रहना चाहिए कि वह खनिज अम्लों से अप्रामाण्य न हो।

(३) बम को भरने और खाली करने के लिए अलग-अलग दो कपाट रहने चाहिए।

गन्धक का वितरण

कोयले का गन्धक तीन रूपों में रह सकता है—

(१) कुछ गन्धक तँ सल्फेट के रूप में रह सकता है। कैल्सियम का सल्फेट जिप्सम ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) के रूप में रहता है। लौहे का सल्फेट, फेरस सल्फेट ($\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) भी कभी-कभी पाया जाता है।

(२) कुछ गन्धक सल्फाइड के रूप में रहता है। लौह भाक्षिक, FeS_2 , साधारणतया कोयले में पाया जाता है।

(३) कुछ गन्धक कार्बनिक यौगिक के रूप में पाया जाता है।

सल्फेट की मात्रा साधारणतया कम रहती है। ०.१ प्रतिशत से अधिक नहीं रहती। सल्फाइड की मात्रा ०.२ से ३ प्रतिशत अथवा इससे अधिक भी रह सकती है। कार्बनिक यौगिकों के रूप में किसी नमूने में गन्धक की मात्रा कम और किसी में अधिक रहती है।

कोयले की सफ़ाई से सल्फाइड गन्धक की मात्रा कम की जा सकती है। पर सल्फेट गन्धक की मात्रा का कम होना कुछ कठिन है। कारण जिप्सम कोयले के साथ बहुत दृढ़ता से चिपका रहता है, इस कारण सफ़ाई से वह नहीं निकलता। सफ़ाई से कार्बनिक गन्धक की मात्रा में कोई अन्तर नहीं पड़ता क्योंकि ऐसा गन्धक कोयले का एक आवश्यक अंग होता है। किस रूप में कोयले में गन्धक उपस्थित है, इसका ज्ञान होना आवश्यक है।

कोयले में समस्त गन्धक की मात्रा निर्धारित करने की रीति ऊपर दी हुई है। यदि हमें खनिज गन्धक की मात्रा मालूम हो जाय तब अन्तर से हम कार्बनिक गन्धक

को मात्रा निकाल सकते हैं। खनिज गन्धक की मात्रा निकालने के लिए हमें सल्फेट और सल्फाइड के गन्धक की मात्रा अलग-अलग निर्धारित करनी पड़ती है।

सल्फेट गन्धक

सल्फेट गन्धक की मात्रा निर्धारित करने के लिए पौवेल (A. R. Powell) और पारं (S. W. Parr) की सुधारित रीति प्रयुक्त होती है। इस रीति में कोयले को ऐसा पोसते हैं कि वह १२०-अक्षि चलनी में छन जाय।

कोयले के इस महीन चूर्ण के ५ ग्राम में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (२०० सी० सी०) डालकर डाटवाले ५०० सी० सी० धारिता के शंक्वाकार फ्लास्क में हिलाते हैं ताकि कोयला इसमें भीग जाय। (३ सी० सी० सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को आमुत जल द्वारा १०० सी० सी० में बनाने से तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्राप्त होता है।)

फ्लास्क के पार्श्व में चिपके कोयले के कणों को तनु अम्ल से बहाकर फ्लास्क के पेंदे में करके लगभग ६०° से० पर ४० घंटे पकाते हैं। बीच-बीच में फ्लास्क को हिलाकर मिला लेते हैं। ४० घंटों के बाद द्रव को गूच मूपा में छानते हैं। गूच मूपा में एस्वेस्टस की गद्दी बँटाकर तनु हाइड्रोक्लोरिक और तनु नाइट्रिक अम्ल से धो लेते हैं। फ्लास्क में जो कुछ बच जाता है उसे मूपा में स्थानान्तरित कर थोड़े-थोड़े आमुत जल से दो तीन बार धो लेते हैं। मूपा में अब जो अवशेष बच जाता है उसे माक्षिक गन्धक के निर्धारण के लिए रख देते हैं।

छनित को अब ब्रोमीन जल (२ सी० सी०) से उपचारित कर क्वयनांक तक गरम करके अमोनियम हाइड्रॉक्साइड का अल्प आधिक्य सावधानी से डालते हैं। कुछ मिनटों के बाद फेरिक हाइड्रॉक्साइड के अवक्षेप को छत्रा कागज पर छान लेते हैं। काँच में जो अवशेष चिपका हो उसको निकाल लेना आवश्यक नहीं है। अवक्षेप को आमुत जल की अल्प मात्रा से तीन बार धो लेते हैं। आमुत जल में अमोनियम हाइड्रॉक्साइड और अमोनियम क्लोराइड का लेश डाला रहता है।

छनित को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अल्प बम्भोय बनाकर बेरियम सल्फेट में अवशिष्ट कर गन्धक की मात्रा का निर्धारण करते हैं।

माक्षिक गन्धक

कोयले के नमूने (५ ग्राम) को तनु नाइट्रिक अम्ल (३०० सी० सी०) में घुलाते हैं। (१'४२ घनत्व के नाइट्रिक अम्ल के १ आयतन को जल के ३ आयतन में घुलाकर तनु अम्ल तैयार करते हैं।) ५०० सी० सी० की धारिता के शंक्वाकार फ्लास्क में

मिश्रण को रखकर ब्रोमीन जल (१० सी० सी०) डालकर २४ घंटा रख देते हैं। बीच-बीच में उसे हिलाते रहते हैं।

कागज पर अथवा एस्वेस्टस पर द्रव को अब छानते हैं। अवशेष को ठंडे अल्प आसुत जल से धो लेते हैं। छनित को क्वथनांक तक गरम करके अमोनियम हाइड्रॉक्साइड के अल्प आधिक्य से लोहे की हाइड्रॉक्साइड के रूप में अवक्षिप्त कर लेते हैं। द्रव को प्रक्षुब्ध कर एक या दो मिनट उबालकर रख देते हैं। इससे अवशेष नीचे बैठ जाता है। अवशेष को अब कागज पर छान लेते हैं। छत्रे की मोक में एक मुराख करके बीकर के अवशेष को धोकर बहा लेते हैं। महीन जेट से अल्प से अल्प जल प्रयुक्त करना चाहिए। छत्रे कागज को क्वथनांक तक तप्त तनु हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल (५ सी० सी०) से प्रक्षालित कर लेना चाहिए। कागज को फिर पर्याप्त जल से प्रक्षालित कर पीले दाग को दूर कर प्लैटिनम-मूवा में निस्तप्त करते हैं। भस्म को बीकर के अवशेष में डाल देते हैं। अवशेष में सान्द्र हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल (१० सी० सी०) डालकर क्वथनांक तक पकाते हैं। इससे समस्त फेरिक हाइड्रॉक्साइड घुल जाता है। अब उबलते जल (२०० सी० सी०) से तनु बनाकर अवशेष प्राप्त करते हैं। अवशेष नाइट्रेट से विलकुल मुक्त हो जाय इसके लिए आवश्यक है कि अवशेष को एक बार फिर धुलाकर अवक्षिप्त करें। फिर टाइटेनस सल्फेट के अनुमापन से लोहे की मात्रा निर्धारित करते हैं।

हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल से निष्कर्ष निकाल लेने के बाद जो अंश बच जाता है उसका यदि नाइट्रिक अम्ल से फिर निष्कर्ष निकालें तो इससे जो लोहा प्राप्त होगा वह लौह माक्षिक का लोहा होगा। माक्षिक गन्धक की प्रतिशतता माक्षिक लोहे की प्रतिशतता के १.१५ के गुणा करने से प्राप्त होती है।

माक्षिक गन्धक की मात्रा का निर्धारण

माक्षिक गन्धक का निर्धारण प्रत्यक्ष रीति से भी हो सकता है। यहाँ माक्षिक गन्धक की नवजात हाइड्रोजन के अवकरण से हाइड्रोजन सल्फ़ाइड में परिणत करवा है और तब उसे कैडियम सल्फ़ाइड में परिणत कर प्रामाणिक आयोडीन के विलयन से अनुमापन करते हैं।

आक्सिजन का निर्धारण

आक्सिजन की मात्रा के निर्धारण की कोई सन्तोषप्रद प्रत्यक्ष रीति नहीं है। पहले अन्य सब तत्वों की प्रतिशतता निकालते हैं। उन्हें जोड़कर देखते हैं कि उनका जोड़ १०० होता है अथवा नहीं। यदि प्रतिशतता १०० नहीं होती तो १०० से जो

कमी रह जाती है उसी कमी को आक्सीजन की प्रतिशतता मानते हैं। आक्सीजन की यह प्रतिशतता मर्याद नहीं हो सकती। अन्य सब तत्वों के निर्धारण में जो त्रुटियाँ रहती हैं वह सब आक्सीजन में जा जाती हैं। कुछ नमूनों में यह त्रुटियाँ पर्याप्त हो सकती हैं। इस कारण आक्सीजन की प्रतिशतता मर्याद नहीं मानी जा सकती।

कोक का अन्त्य विश्लेषण

कोक में विभिन्न तत्वों का निर्धारण ठीक उसी प्रकार होता है जैसे कच्चे कोयले में होता है।

‘स्यायी’ और ‘वाष्पशील’ गन्धक

कोयले के जलाने पर राख में जो गन्धक रह जाता है उसे ‘स्यायी’ गन्धक कहते हैं। समस्त गन्धक और स्यायी गन्धक के अन्तर को ‘वाष्पशील’ गन्धक कहते हैं।

स्यायी गन्धक के निर्धारण के लिए इतने कोयले को जलाते हैं कि उससे ०.२ से ०.३ ग्राम राख प्राप्त हो जाय। राख को बीकर में रखकर उसमें ९० सी० सी० आमुत जल, ५ सी० सी० ब्रोमीन जल और १० सी० सी० सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालकर प्रायः एक घंटा क्वथनांक पर पकाते हैं। बीकर को घटिकाँच से ढके रखते हैं। अब द्रव को छानकर अवशेष को उष्ण आमुत जल से पूर्णतया धो लेते हैं। अवशेष को भुरक्षित रखते हैं।

छनित को अमोनियम हाइड्राक्साइड से उदासीन बनाकर २ सी० सी० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालकर पूर्व की भाँति गन्धक को बेरियम सल्फेट में परिणत कर गन्धक की मात्रा का ज्ञान प्राप्त करते हैं।

यदि गन्धक की मात्रा ०.०१ ग्राम से अधिक हो तो अवशेष में कुछ गन्धक रह सकता है। ऐसी दशा में अवशेष को सोडियम कार्बोनेट के सहयोग से द्रवित कर उत्तप्त करते हैं और द्रवित पुंज को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में घुलाकर उसमें गन्धक की मात्रा निर्धारित करते हैं। इस प्रकार से प्राप्त गन्धक को पहले से प्राप्त गन्धक की मात्रा में जोड़ देते हैं।

यदि अवशेष को द्रवित करना पड़े तो एक रिक्त प्रयोग भी साथ-साथ करते हैं। इससे प्रतिकार को और गैस के कारण गन्धक के प्रवेश से जो त्रुटि होती है उसका परिहार हो जाता है।

आर्सेनिक

कोयले और कोक में थल्प मात्रा में आर्सेनिक रहता है। साधारणतया दस लाख भाग में कुछ भाग ही आर्सेनिक का रहता है। किसी-किसी नमूने में अधिक भी रह

सकता है। दस लाख ग्राम में दो हजार भाग तक पाया गया है। आर्सेनिक बहुत विषैला होता है। कोयले के दहन के उत्पाद से खाद्य-पदार्थ में मिलकर यह उसे विषैला बना सकता है। इस कारण कोयले में आर्सेनिक की उपस्थिति का ज्ञान महत्व का है।

कोयले के जलाने पर कुछ आर्सेनिक उड़कर निकल जाता और कुछ राख में रह जाता है। गन्धक के सदृश इस प्रकार आर्सेनिक में भी 'स्याधी' और 'वाष्पशील' अंश होते हैं।

आर्सेनिक के निर्धारण की ब्रिटिश प्रामाणिक रीति

इस रीति में निम्नलिखित पदार्थों की आवश्यकता पड़ती है—

(१) लेड एसिटेट कागज—लेड एसिटेट के एक प्रतिशत विलयन में छद्म कागज को डुबाकर सुखाने और ७.५ सेंटीमीटर के टुकड़ों में काटने से यह कागज प्राप्त होता है।

(२) परीक्षण मण्डल—स्याहीखोख कागज को शुद्ध मर्क्यूरिक क्लोराइड के एक प्रतिशत विलयन में डुबाकर अजल कैल्सियम क्लोराइड पर अन्धकार में सुखाने से यह कागज प्राप्त होता है। कागज को १४ से १५ मिलीमीटर के मण्डल में काटकर अजल कैल्सियम क्लोराइड पर अन्धकार में रखते हैं।

सलप्यूरिक अम्ल—सान्द्र सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.८) और तनु सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.२ और १.०१)।

लौह फिटकरी विलयन—१० ग्राम सोडियम क्लोराइड को सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.२) में घुलाया जाता है। ८४ ग्राम फेरिक अमोनियम ऐलम को ऐसे आमुत जल में घुलाया जाता है जिसमें ऊपर का १० सी० सी० विलयन डाला हुआ है। विलयन को फिर एक लिटर में बना लेते हैं।

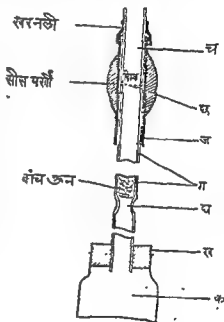
स्टेनम् क्लोराइड विलयन—आर्सेनिक मुक्त ८० ग्राम स्टेनम् क्लोराइड को ऐसे आमुत जल के १०० सी० सी० में घुलाते हैं जिसमें सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का ५ सी० सी० डाला हुआ है।

प्रामाणिक परीक्षण मण्डल—शुद्ध आर्सिनियस आक्साइड के एक ग्राम को सोडियम हाइड्रोक्साइड (वि० भा० १.२) के २५ सी० सी० में घुलाकर विलयन को तनु सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.२) से उदासीन बनाकर तनु सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.०१) का विलयन डालकर उसे एक लिटर में बनाते हैं। ऐसे विलयन के १० सी० सी० को तनु सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.०१) से एक लिटर में बनाते

है। इसे विलयन नं० १ कहते हैं। इसके प्रति सी० सी० में ०.१ मिलीग्राम AS_2O_3 रहता है।

विलयन नं० १ के १०० सी० सी० को लेकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.०१) डालकर फिर एक लिटर में बनाते हैं। इस विलयन को विलयन नं० २ कहते हैं। इसके प्रति सी० सी० में ०.००१ मिलीग्राम AS_2O_3 रहता है।

उपकरण—एक चौड़े मुँह की बोतल 'क' ली जाती है। इस बोतल में खर का काग 'ख' लगा रहता है। इस काग में काँच की एक नली 'ग' लगी रहती है। इस काँचनली का अन्त्यन्तर व्यास १० मि० मी० का और बाह्य व्यास १४ से १५ मि० मी० का और लम्बाई १८० मि० मी० रहती है। नीचे के छोर से ७० मि० मी० की दूरी पर एक संकुचन 'घ' रहता है जहाँ नली का बाह्य व्यास कुछ कम, १० मि० मी० का रहता है। संकुचन के ऊपर काँच-ऊन रखा रहता है। काँच-ऊन लेड एसिटेड के (१ प्रतिशत) विलयन से भिगाया रहता है। काँच-ऊन के नीचे लेड एसिटेड कागज का एक गोलक (roll) रखा रहता है जिस पर काँच-ऊन आधारित होता है। काँचनली के ऊपर एक दूसरी काँच-नली 'च' रहती है जिसका व्यास 'ग' नली के व्यास के बराबर ही रहता है। इन दोनों नलियों के बीच परीक्षण कागज का मण्डल 'छ' रखा रहता है।



चित्र ७३—आर्सेनिक निर्धारण का उपकरण

नलियों का छोर ऐसा घिसा रहता है कि एक के ऊपर दूसरा ठीक-ठीक बैठ जाय। ऊपर की नली नीचे की नली से एक दूसरी 'ज' नली के द्वारा खर से बँधी रहती है।

प्रतिक्रिया बोतल से निकली सारी गैसें परीक्षण-पत्र 'छ' के द्वारा पारित होती है। बाह्य नली 'ज' को १५० ग्राम सीस के पर्ण से भरे रखते हैं।

कार्यप्रणाली—सूखे कोयले को महीन पीसकर १ से २ ग्राम लेकर चिपटे पेंदे की सिलिका प्याली में रखकर महीन चूर्णित गुरु मैगनीशियम आक्साइड के साथ भली भाँति मिलाते हैं। मिश्रण को आर्सेनिक-रहित चूना-पानी के २ से ३ सी० सी०

से भिगोकर अपवारित भाष्ट्र में पहले धीरे-धीरे और पीछे ताप को धीरे-धीरे ६५०-७००° से० बढ़ाकर तब तक गरम करते हैं जब तक समस्त काले कण पूर्ण रूप से लुप्त न हो जायें। अब कोयला पूर्ण रूप से आक्सीकृत हो गया है।

ऐसे भस्मीकृत अवशेष को प्रतिक्रिया बोतल 'क' में स्थानान्तरित कर उसमें तनु सलप्यूरिक अम्ल (वि० भा० १.२) डालकर उदासीन बना लेते हैं। सूचक के रूप में मियाइल ओरेंज का २ से ३ बूँद और सान्द्र सलप्यूरिक अम्ल का ३ से ४ सी० सी० इस्तेमाल करते हैं।

लोहे के ऐलम के विलयन (२ सी० सी०) में स्टैनस् क्लोराइड का विलयन डालकर अवकृत करते हैं। इस मिश्रण को फिर प्रतिक्रिया बोतल में रखकर आसुत जल से ५० सी० सी० में बना लेते हैं। आर्सेनिक मुक्त जस्ते की गोली (३ से ३ अक्षि) के १० ग्राम को डालकर सीधेता से काग लगाकर रख देते हैं। सावधानी रखते हैं कि मण्डल स्थान से हट न जाय। एक घंटे तक प्रतिक्रिया होने देते हैं। इस समय प्रतिक्रिया बोतल को जल-ऊष्मक पर ४० से ५०° से० तक गरम रखते हैं। परीक्षण कागज के मण्डल को हटाकर अंधेरे में कैल्सियम क्लोराइड के ऊपर एक छोटी पतली दीवारवाली नली में रखते हैं। नली को खर-काग से टीक-टीक बन्द कर देते हैं। ऐसे मण्डल की प्रामाणिक मण्डल से तुलना कर आर्सेनिक की मात्रा निर्धारित करते हैं।

इस विधि में कुछ लोगों ने सुधार का सुझाव रखा है। एक सुझाव है लेड एसि-टेड कागज के स्थान में लेड एसिटेड विलयन से भीगा हुआ काँच-ऊन का उपयोग। दूसरा सुझाव है ६० सी० सी० बोतल के स्थान में २०० सी० सी० बोतल का उपयोग। एक तीसरा सुझाव है कि यदि आर्सेनिक की मात्रा बड़ी अल्प हो तो नली का व्यास आधा किया जा सकता है।

रंग की तुलना के लिए प्रामाणिक मण्डल प्रति मास तैयार करना चाहिए। ऐसा मण्डल स्याहीसोख कागज का होता है। एसिटोन में मरक्यूरिक क्लोराइड के १ प्रतिशत विलयन में कागज को डुबोकर और सुखाकर बनाते हैं।

एक रिक्त प्रयोग भी साथ-साथ करना चाहिए।

एक दूसरी विधि

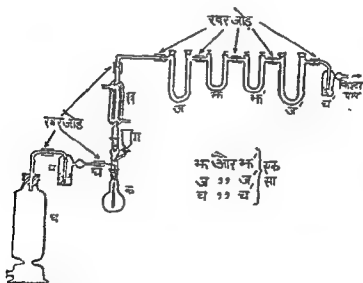
पयुएल रिसर्च बोर्ड ने एक दूसरी रीति का उपयोग किया है। इस रीति में कोयले को मैंगनीशियम आक्साइड (१० भाग), सोडियम कार्बोनेट (५ भाग) और प्रोटैसियम नाइट्रेट (३ भाग) के साथ भस्मीकृत करते हैं। यहाँ मरक्यूरिक

क्लोराइड कागज के मण्डल पर दाग की तीव्रता की तुलना करने के स्थान में प्रामाणिक मरक्यूरिक थ्रोमाइड कागज पर दाग बनने की लम्बाई से तुलना करते हैं।

कार्बन डाइ-आक्साइड का निर्धारण

किसी-किसी कोयले में पर्याप्त कार्बोनेट रहता है। यदि इस कार्बोनेट के कार्बन डाइ-आक्साइड का ज्ञान नहीं हो तो कार्बन के दहन से कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा ठीक-ठीक नहीं मालूम हो सकती। अतः यह जरूरी है कि कोयले के कार्बोनेट की मात्रा ठीक-ठीक मालूम हो जाय, ताकि इस मात्रा को निकालकर तब दहन से प्राप्त अंक से कार्बन से बने कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा ठीक-ठीक मालूम हो सके।

कार्बोनेट से निकले कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा के मालूम करने में जो उपकरण प्रयुक्त होता है उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है।



चित्र ७४—कार्बन डाइ-आक्साइड के निर्धारण का उपकरण

यहाँ एक फ्लास्क 'ब' रहता है। इसकी धारिता ५०० सी० सी० रहती है। इसमें दो तलवाला एक संवनित्र 'ख' और एक बिन्दुपानी कीप 'ग' जुड़ी रहती है। वायु प्रवेश के लिए एक नली 'घ' रहती है। यह फ्लास्क के पेंदे तक जाती है। उपकरण के सब भाग प्रामाणिक घिसे हुए काँच के जोड़ों से जुटे रहते हैं। फ्लास्क के स्थान में चौड़ी गर्दनवाला फ्लास्क प्रयुक्त हो सकता है। समें तीन छेदवाला रबर

का काग रहता है। उपकरण में एक मोनार 'घ' होड़ी है, जिसमें सोडा लाइम भरा रहता है। सोडा लाइम से फ्लास्क में प्रवेश करनेवाली वायु का कार्बन डाइ-आक्साइड निकाला जाता है। फ्लास्क और मोनार के बीच एक छोटा मार्जक 'च' रहता है। मार्जक में सान्द्र सलप्यूरिक अम्ल रखा जाता है। इससे वायु-प्रवेश की गति जानी जाती है। फ्लास्क से गैस निकलकर दो तलवाले संवनित्र में जाती है जहाँ गैस का अधिकांश जल-वाष्प सघनित हो जाता है। वहाँ से गैस ४ यू-नलियों में होकर पारित होती है। प्रारम्भ और अन्त की दो यू-नलियों 'ज', 'ज' में कार्बन डाइ-आक्साइड से सतृप्त कैल्सियम क्लोराइड रखा रहता है। बीच की दो नलियों 'झ' और 'झ' में सोडा लाइम रखा रहता है। इन दो नलियों में कार्बन डाइ-आक्साइड का अवशोषण होता है। सोडा लाइम में कोई सूचक भी रखा रहता है। इन दोनों नलियों को प्रयोग के पूर्व और पश्चात् तोलते हैं। इन यू-नलियों का पानी उड़कर निकल न जाय इससे नलियों की प्रत्येक भुजा के ऊपर आधा इंच मोटा कैल्सियम क्लोराइड का स्तर रखा रहता है। यू-नलियों के बाद एक छोटी बोतल और लगी रहती है जिसमें सलप्यूरिक अम्ल रखा होता है। इससे भी वायु के बहाव की गति का ज्ञान होता है। इससे बहाव की गति का नियंत्रण भी हो सकता है।

जब उपकरण की ठीक-ठीक बँटा दिया जाय तब महीन पीसे हुए कोयले को ३ से ५ ग्राम तौलकर फ्लास्क 'क' में रखते हैं। कोप से फिर उसमें १०० सी० सी० ठंडा उबाला हुआ आमुत जल डालते हैं। उपकरण का कार्बन डाइ-आक्साइड शुद्ध वायु से निकाल देते हैं। जब सारी कार्बन डाइ-आक्साइडवाली वायु निकल जाय तब फ्लास्क को बन्द कर देते हैं और कोयले को पानी से भिगो देते हैं। अब सारे उपकरण को ऐसी वायु से भर देते हैं जिसमें कार्बन डाइ-आक्साइड नहीं है।

अब 'झ' और 'झ' नलियों को निकालकर आधा घंटा रखकर रासायनिक तुला पर तौलते हैं। इस समय 'ज' और 'ज' नली को बन्द कर देते हैं। तौलने के बाद 'झ' और 'झ' नलियों को जोड़कर फ्लास्क में २५ सी० सी० १० ३ विशिष्ट भार का फ्रास्फरिक अम्ल कीप द्वारा डालते हैं। अब फ्लास्क को धीरे-धीरे गरम कर क्वथनांक तक पहुँचा देते हैं। फ्लास्क को या तो तारजाली पर सीधे गरम करते हैं अथवा ग्लोसरीन-क्रमक पर रखकर गरम करते हैं और आधे से पौन घंटे तक उबलने देते हैं। उबलने की गति ऐसी रहती है कि समस्त जल सघनित होकर फ्लास्क में लौट आये। जब उबलना समाप्त हो जाय तब यू-नली 'झ' और 'झ' को हटाकर प्रायः आधा घंटा रखकर तौलते हैं। भार के अन्तर से कार्बन डाइ-आक्साइड की मात्रा मात्तूम होती है।

कुछ कोयले में ऐसे सल्फाइड रह सकते हैं जिसमें हाइड्रोजन सल्फाइड निकलकर सोडा-सोडम में अवशोषित हो जाता है। ऐसी दशा में 'ज' और 'क्ष' नलियों के बीच एक ओर नली रखते हैं जिसमें मिल्बर सल्फेट अथवा अजल कॉपर सल्फेट भरा रहता है। इसके ऊपर कुछ बॉच-ऊन भी रखा होता है। इस नली में हाइड्रोजन सल्फाइड अवशोषित हो जाता है।

फास्फोरस

कोयले में अल्प फास्फोरस सदा ही रहता है। सम्भवतः यह कैल्शियम फास्फेट के रूप में रहता है। अल्प फास्फोरस से कोई हानि नहीं होती पर कोयले को यदि लौहे या इस्पात के निर्माण में प्रयुक्त करना है तो फास्फोरस का रहना ठीक नहीं है। अतः कोयले में फास्फोरस की मात्रा का ज्ञान आवश्यक हो जाता है।

साधारणतया कोयले का ममस्त फास्फोरस कोयले की राख में रह जाता है। अतः कोयले की राख में ही फास्फोरस की मात्रा निर्धारित होती है। फास्फोरस के निर्धारण की प्रामाणिक रीति यह है—

कोयले को $775^{\circ} \pm 25^{\circ}$ से० पर जलाकर राख प्राप्त करते हैं। ऐसी राख का प्रायः २ ग्राम लेकर महीन पीसते हैं ताकि राख का यह चूर्ण 240° —अक्षि की त्रिटिंग प्रामाणिक चलनी में छन जाय। पीसने के बाद महीन चुकनी को कुछ काल तक फिर $775^{\circ} \pm 25^{\circ}$ से० पर गरम करते हैं। इससे अवशोषित जल और कार्बन डाइ-ऑक्साइड निकल जाते हैं। अब महीन चुकनी को वायुरुद्ध बन्द पात्र में रखते हैं।

इस राख से कुछ अंश निफालकर ठीक-ठीक तौलते हैं। कितनी राख तौली जाय यह फास्फोरस की मात्रा पर निर्भर करता है। इसके लिए एक प्रारम्भिक प्रयोग करके फास्फोरस की सन्निकट मात्रा का ज्ञान प्राप्त कर सकते हैं।

राख को प्लैटिनम की एक मूरा में तौलते हैं। मूरा को धारिता ३० सी० सी० रहनी है। उसमें १० सी० सी० सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और ५ सी० सी० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल धीरे-धीरे डालने हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में अपद्रव्य के रूप में फास्फोरस नहीं रहना चाहिए और उसके एक लिटर में हाइड्रोजन क्लोराइड की मात्रा प्रायः ५५० ग्राम रहनी चाहिए।

अब मूरा को ढँककर तप्त पट्ट पर गरम करते हैं। इस बात की मावधानी रखते हैं कि राख छिटककर नष्ट न हो जाय। प्रायः ४५ मिनटों में द्रव को पूरा सुखा देते हैं। इस प्रक्रिया (वापरेशन) को दोहराते हैं। इससे क्लोराइड का अन्तिम लेप्त निकल जाता है। इस प्रारम्भिक उपचार से यदि सिलिका हो तो वह भी निकल जाता है क्योंकि सिलिका के रहने से फास्फोरस के अवशोषण में बाधा पहुँचती है।

राख में फास्फोरस की कितनी मात्रा के रहने से कितनी राख लेनी चाहिए यह निम्नलिखित सारणी से मालूम होता है—

राख में फास्फोरस की सन्निकट प्रतिशतता	कितनी राख प्रयोग के लिए ली जाय—(ग्राम में)
१ प्रतिशत से अधिक	०.१
१ से ०.७५ प्रतिशत	०.२
०.७५ से ०.५ प्रतिशत	०.२५
०.५ से ०.२५ प्रतिशत	०.४
०.२५ से ०.१ प्रतिशत	०.५
०.१ प्रतिशत से कम	१.०

प्रारम्भिक उपचार के बाद जो अंश बच जाता है उसमें तनु नाइट्रिक अम्ल (वि० भा० १.२), १५ सी० सी० डालकर द्रव को उद्घाणित कर ७ सी० सी० में बना लेते हैं। इस द्रव को फिर २५० सी० सी० के बीकर में स्थानान्तरित कर मूषा को कई बार धोकर विलयन की मात्रा ८० सी० सी० बना लेते हैं।

अब बीकर को घटि-काँच से ढँककर विलयन को १५ मिनट तक उबालते हैं। ९ सेंटीमीटर के स्थास के वाटमैन नं० ३ छत्रे कागज पर शंक्वाकार पलास्क (५०० सी० सी० धारिता के) में छान लेते हैं। जो अवशिष्ट ठोस अंश बच जाता है उसे बार बार धो लेते हैं। छनित का १० सी० सी० जब फीनोल्फथलीन और एक बूँद $N/10 NaOH$ से क्षारीय प्रतिक्रिया देने लगे तब धोना बन्द कर देते हैं। इस प्रकार धोने से छनित का आयतन प्रायः २५० सी० सी० हो जाता है। अब विलयन को उद्घाणित कर उसका आयतन ५० सी० सी० करके उसमें बूँद बूँद सान्द्र अमोनियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन (वि० भा० ०.८८०) डालते हैं। जब स्थायी अवक्षेप कुछ बन जाय तो विलयन छालना बन्द कर देते हैं। अब नाइट्रिक अम्ल बूँद बूँद डालकर अवक्षेप को ठीक से धुला लेते हैं। जब अवक्षेप ठीक-ठीक धुल जाय तब सान्द्र नाइट्रिक अम्ल (४ सी० सी० और) डाल देते हैं। अब पलास्क के मुँह को काग से बन्द कर देते हैं। काग में थर्मामीटर लगा रहता है। थर्मामीटर का वल्व विलयन में डूबा और पलास्क के पार्श्व को छूना रहता है। काग में वायु के प्रवेश के लिए एक छोटा छेद रखते हैं।

अब विलयन को ७५° से० तक गरम कर पलास्क को हटाकर काग और थर्मामीटर निकाल लेते और पहले से ५५०° से० तक गरम किये अमोनियम मोलिबडेट

के विलयन के ३० सी० सी० को अविराम पतली धारा में डालते हैं। विलयन का डालना बहुत धीरे-धीरे और सतत धारा में होना चाहिए और फ्लास्क की ज़ोरों से हिलते रहना चाहिए। जब मोलिव्डेट विलयन का डालना समाप्त हो जाय तब काग और थर्मामीटर के साथ-साथ फ्लास्क को २ मिनट और हिलाकर ३० मिनट तक 50° से० पर रखना चाहिए। इसके बाद फ्लास्क को ठंडा कर कम से कम ३ घंटा रख देते हैं। पर रात भर से ज्यादा नहीं रखते।

अब अवशेष को ११ सेंटीमीटर व्यास के वाटमैन नं० ३२ छत्रा कागज में अथवा गूचमूषा में छानते हैं। अवशेष को पोटेशियम नाइट्रेट के उदासीन ०.१ प्रतिशत विलयन से धोकर छनित का परीक्षण करते हैं। जब छनित का १० सी० सी० एक बूँद $N/10$ NaOH और एक बूँद फीनोल्फथलीन के विलयन से प्रबल क्षारीय प्रतिक्रिया दे तब धोना बन्द कर देते हैं। धोने के पानी की मात्रा जहाँ तक हो कम से कम रहनी चाहिए क्योंकि धोनेवाले जल में अवशेष अल्प विलेय है और आक्सीकरण से विलेयता और बढ़ जाती है। आक्सीकरण रोकने के लिए अवशेष को बराबर भीगा रखना चाहिए।

अवशेष और छत्रे कागज को ५० सी० सी० फ्लास्क में स्थानान्तरित करना चाहिए। फ्लास्क में डाट और डाट में सोडा-लाइम की नली लगी हुई रहनी चाहिए। फिर फ्लास्क में सोडियम हाइड्रॉक्साइड के $N/10$ विलयन का १० सी० सी० डालकर डाट और सोडा-लाइम नली लगाकर 35 से 40° से० तक गरम करने हैं। फ्लास्क को हिला-डुलाकर अवशेष को घुला लेते हैं। अब विलयन को ठंडा कर उदासीन फीनोल्फथलीन डालकर NaOH के बाधित्य का $N/10$ नाइट्रिक अम्ल से अनुमापन कर लेते हैं।

ग्राम में फास्फोरस का भार = $0.00012 \times N/10$ सोडियम हाइड्रॉक्साइड का सी० सी०— $N/10$ नाइट्रिक अम्ल का सी० सी०।

इसमें राख में फास्फोरस की प्रतिशतता और उससे फिर कौयले में फास्फोरस की प्रतिशतता निकालते हैं।

अमोनियम मोलिव्डेट विलयन—शुद्ध मोलिव्डिक अम्ल के—जिसमें MoO_3 की मात्रा ८५ प्रतिशत से कम न हो—१०० ग्राम लेकर उनमें सान्द्र अमोनियम हाइड्रॉक्साइड का ८० सी० सी० और घोट आसुत जल और सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के ४०० गी० सी० विलयन में धीरे-धीरे डालते हैं। फ्लास्क को बराबर हिलाते रहने हैं। फिर गाढ़ा फोस्फिक लवण $(NaNH_4 HPO_3, 4H_2O)$ के ४०० मिनिग्राम को अल्प जल में घुलाकर उसमें डालते हैं। फिर उसे प्रक्षुब्ध करने हुए

६५° से० तक गरम करके रात भर रख देते हैं। अब विलयन को निधारकर डाट-वाली रंगीन बोतल में रख देते हैं।

यह विलयन तीन मास तक प्रतिकारक के रूप में प्रयुक्त हो सकता है।

सोडियम हाइड्राक्साइड विलयन—सोडियम हाइड्राक्साइड का N/10 विलयन तैयार करने हैं। उसका बल N/10 नाइट्रिक अम्ल के प्रमाण विलयन से अनुमापन द्वारा मालूम कर लेते हैं। अनुमापन एक बन्द फ्लास्क में करते हैं जिसमें मोडा-लाइम नली लगी रहती है। इससे वायु का कार्बन डाइ-आक्साइड सोडियम हाइड्राक्साइड के संसर्ग में नहीं आता वरन् वायु कार्बन डाइ-आक्साइड से मुक्त रहती है।

क्लोरीन

सब कोयले में कुछ न कुछ क्लोरीन ०.०५ से ०.२० प्रतिशत रहता है। किसी-किसी कोयले में १ प्रतिशत तक क्लोरीन रह सकता है। किस रूप में क्लोरीन रहता है इसका ठीक-ठीक पता नहीं है। कुछ क्लोरीन क्लोराइड के रूप में और कुछ कार्बन के साथ संयुक्त रह सकता है। पानी के कारण भी कोयले में क्लोरीन आ सकता है। कोयले के कार्बनीकरण से क्लोरीन के कारण कुछ क्षति हो सकती है। उच्च ताप पर क्लोरीन वाष्पीभूत होकर भूमिके की दीवारों का क्षीयता से संक्षरण कर सकता है। कोयले में जल-विलेय क्लोरीन का निधारण सरल नहीं है क्योंकि ऐसा क्लोरीन कोयले से सरलता से निकाला नहीं जा सकता पर कोयले में समस्त क्लोरीन का निर्वारण सरलता से होता है।

समस्त क्लोरीन के निर्वारण के लिए महीन चूर्ण किये कोयले के ५ ग्राम को लेकर अजल सोडियम कार्बोनेट के प्रायः ६ ग्राम के साथ भली-भांति मिलाकर भूपा में रखकर ऊपर से ३ ग्राम और सोडियम कार्बोनेट रखकर अपवारित भ्राष्ट्र में गरम करते हैं। भ्राष्ट्र का ताप $404^{\circ} \pm 24^{\circ}$ से० एक से दो घण्टे में उठाकर उसी ताप पर तब तक रखते हैं जब तक भस्मीकरण पूर्ण न हो जाय। साधारणतया भस्मीकरण में लगभग २० घंटे लगते हैं। पहले १२ घंटा भूपा के पदार्थ को प्रक्षुब्ध नहीं करते और भ्राष्ट्र में पर्याप्त संवातन (वेंटिलेशन) रखते हैं।

भस्मीकरण के बाद भूपा को ठंडा होने देते, अन्तर्वस्तु को ४०० सी० सी० धारिता के बीकर में स्थानान्तरित कर क्लोरीन-मुक्त जल से एक सूक्ष्म-क्षेप से धोते हैं। बीकर में फिर ४० सी० सी० जल डालकर उसमें ३० सी० सी० सान्द्र नाइट्रिक अम्ल (वि० भा० १.४२) डालकर घटि-काँच से ढँक देते हैं। अब विलयन को क्वथनांक तक गरम करके—उबालते नहीं—ठंडा होने को रख देते हैं। जब ऊपर का विलयन

शंक्वाकार फ्लास्क (४०० धारिता के) में तीलकर क्लोरोन-मुक्त २५० सी० सी० जल डालकर फ्लास्क को कई घंटे जल-ऊष्मक पर गरम करना चाहिए। फ्लास्क को समझ-समझ पर हिलाते रहना चाहिए ताकि कोयला पूरा भोगता रहे। अब कोयले को छानकर धो लेना चाहिए। जब छनित में कोई क्लोराइड न रहे तब धोना बन्द कर देना चाहिए। विलयन और धोवन को मिलाकर ५०० सी० सी० बना लेना चाहिए।

ऐसे विलयन के १०० सी० सी० को एक तीले हुए काँच के बेसिन में स्थानान्तरित कर उद्घाटन द्वारा सुखा लेना चाहिए। १३०° से० पर सुखाने पर जब भार स्थायी हो जाय तब सुखाना बन्द कर देना चाहिए। इससे जो भार प्राप्त होता है वह समस्त विलेय लवण का भार है।

इसमें क्लोराइड की मात्रा निकालने के लिए बेसिन के अवशिष्ट अंश में जल डालकर एक बूँद उदासीन पोटैसियम क्रोमेट का विलयन डालकर N/50 सिल्वर नाइट्रेट के विलयन से अनुमपन करना चाहिए। जो परिणाम आये उससे कोयले में सोडियम क्लोराइड की प्रतिशतता निकालनी चाहिए। एक अन्य प्रभाग में सोडियम सल्फेट के रूप में सल्फेट की मात्रा का भी निर्धारण सामान्य रीति से किया जाता है।

कोयले का ऊष्मीय मान

कोयले का उपयोग ऊर्जा उत्पन्न करने में होता है। ऊर्जा ऊष्मीय मान पर निर्भर करती है। कोयले के ऊष्मीय मान से ही कोयले का मूल्य आँका जाता है। अतः कोयले का ऊष्मीय मान बड़े महत्त्व का है।

ऊष्मीय मान को नापने के लिए कोई इकाई चाहिए। साधारणतया दो प्रकार की इकाइयाँ प्रयुक्त होती हैं। एक ब्रिटिश क्रम की इकाई है और दूसरी मेट्रिक क्रम की इकाई। ब्रिटिश क्रम में ऊष्मा की उस मात्रा को ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक कहते हैं जो ऊष्मा एक पाउण्ड जल को ६०° फ० के आस-पास के ताप पर १° ताप के उठाने में खर्च होती है। मेट्रिक क्रम में एक किलोग्राम जल के ताप को १५° से० के सन्निकट ताप पर १° से० ताप के उठाने में जितनी ऊष्मा खर्च होती है उसे कलरी या बड़ी कलरी कहते हैं। इस क्रम में एक छोटी कलरी भी होती है जो एक ग्राम जल के ताप को १५° से० के आसपास १° से० ताप के उठाने में खर्च होती है।

दोनों मात्रकों के बीच का सम्बन्ध निम्नलिखित समीकरण से प्रकट होता है।

१५ से० पर एक ब्रिटिश ऊष्मात्मक (B. Th U. या डि० ऊ० ना०) = ०.२५२ डिग्रीजिन ऊष्मात्मक (K.C.U. या डि० ऊ० ना०) और एक डिग्रीजिन कलरीनात्मक = ३.९६८३ (डि० ऊ० ना०)

ऊर्जा मान निकालने की रीतियों की इन दो श्रेणियों में विभक्त कर सकते हैं, एक प्रत्यक्ष रीति और दूसरी परोक्ष रीति।

प्रत्यक्ष रीति

प्रत्यक्ष रीति से ऊर्जा मान निकालने में निम्नलिखित रीतियाँ प्रयुक्त हो सकती हैं—

(१) कोयले को मॉर्गन द्वारा गुलिका (pellet) में परिणत करना अथवा पीसकर धुँगे बनाना। ऐसे कोयले के ताप भार को लेकर अधिक दबाव में जलाते हैं। दबाव कम से कम २५ वायुमण्डल का होना चाहिए।

(२) कोयले को वायु के प्रवाह में वायुमण्डल में जलाते हैं। यहाँ भी कोयला गुलिका के रूप में अथवा धुँगे के रूप में रहता है।

(३) महीन पीने हुए कोयले को ऐसे पदार्थ के साथ मिलाकर जलाते हैं जिसमें आक्सीजन अधिक रहता है। ऐसे पदार्थों में पोटैशियम क्लोरेट, पोटैशियम नाइट्रेट और सोडियम पेरक्साइड हैं।

प्रत्यक्ष रीति में (१) कोयले को पूर्ण रूप से जलाते हैं, (२) जलाने से जो ऊष्मा उत्पन्न होती है उससे जल का ताप बढ़ता है। ताप को इस बूझ को बढ़ी मपायता में मापते हैं। जल के ताप की वृद्धि से उत्पन्न ऊष्मा को गणना करते हैं।

कोयले के पूर्ण दहन के लिए आक्सीजन का वातावरण आवश्यक है। आक्सीजन के वातावरण में दहन शीघ्रता से और पूर्णतया होता है। वायुमण्डल के अधिक दबाव, कम से कम २५ वायुमण्डल के दबाव में दहन और भी शीघ्रता से और पूर्णतया होता है। सामान्य दबाव पर दहन में दहन अपूर्ण रह सकता है।

कोयले को गुलिका में परिणत करना अच्छा होता है। धुँगे रूप में रहने से कोयले के कणों के बिना जले निकल जाने की सम्भावना रह सकती है। लिग्नाइट और अंधोसाइट सदा कुछ कोयले दबाव से गुलिका में नहीं परिणत होते।

इस सम्बन्ध में जो प्रयोग हुए हैं उनसे स्पष्ट रूप से भासता है कि आक्सीजन का दबाव यदि २५ वायुमण्डल से कम हो तो निश्चित रूप से नहीं कहा जा सकता कि दहन पूर्ण रूप से हुआ है। आक्सीजनवाले ठोस पदार्थों के उपयोग से उनके विघटन से परिणाम में कुछ त्रुटियाँ हो सकती हैं। यह भी सम्भव है कि कोयले की रास

के खनिज खणों से उनकी कोई प्रतिक्रिया हो और इस प्रतिक्रिया के फलस्वरूप ऊष्मा का कुछ परिवर्तन हो।

दहन से उत्पन्न ऊष्मा का मापन एक विशेष प्रकार के बन्द पात्र में होता है। यह पात्र जल से भरा रहता है। यह ऐसा रखा होता है कि बाहर से न ऊष्मा प्रवेश कर सकती और न अन्दर की ऊष्मा बाहर निकल सकती है। कोशिश यह होती है कि उपकरण में ऊष्मा की क्षति न्यूनतम हो। ऐसे उपकरण की ऊष्मा-मापी अथवा कलरीमापी या कलरीमीटर कहते हैं। अनेक प्रकार के ऊष्मा-मापी बने हैं। भिन्न-भिन्न निर्माणकर्ताओं ने भिन्न-भिन्न हिस्म के कलरीमापी बनाये हैं पर उन सबके सिद्धान्त एक से ही हैं। ऐसे एव कलरीमापी का सविस्तर वर्णन आगे होगा।

परोक्ष रीति

कोयले के अन्य विश्लेषण से, कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन और गन्धक की प्रतिशतता से, कोयले के ऊष्मा-मान प्राप्त करने की चेष्टाएँ हुई हैं। यह रीति पूर्ण यथार्थ नहीं समझी जाती क्योंकि कोयले के विभिन्न अवयवों का पूरा-पूरा ज्ञान हमें नहीं है।

डप्लू लंग ने इस सम्बन्ध में जो सूत्र प्रतिपादित किया है वह यह है—

$$K = 8080 [C + 8H + O] + 34500 (H - \frac{1}{2}O) + 22500G$$

यहाँ K, किलोग्राम ऊष्मा-मात्रक कलरी है

C, कार्बन की प्रतिशतता है

H, हाइड्रोजन की प्रतिशतता है

O, आक्सीजन की प्रतिशतता है

G, गन्धक की प्रतिशतता है।

इस सूत्र से कोयले का जो ऊष्मीय मान प्राप्त होता है उसमें दो प्रतिशत की त्रुटि पायी गयी है। साधारणतया ऊष्मीय मान दो प्रतिशत अधिक होता है। ऐसा उसी दशा में होता है जब कोयले में आक्सीजन की मात्रा कम रहती है।

माहलर^१ ने एक दूसरे सूत्र का प्रतिपादन किया है। वह सूत्र है—

$$K = 8080 [C + 8H + O] + 34500 (H - \frac{1}{2}O) + 22500 (A + Na)$$

यहाँ 'A' नाइट्रोजन की प्रतिशतता है।

इस सूत्र से काले लिग्नाइट से परिणाम एक प्रतिशत ऊँचा और जापानी कोयले से ४ प्रतिशत नीचा पाया गया है।

गुमेल और डेविज ने इस सम्बन्ध में जो सूत्र प्रतिपादित किया है वह यह है—

$$K = (3.635 H + 235.9) \left\{ K + H - \frac{A - G}{C} \right\}$$

यहाँ 'का', 'हा', 'आ' और 'ग' क्रमशः कार्बन हाइड्रोजन, आक्सीजन और गन्धक की प्रतिशतता है।

इस सूत्र से बहुत यथार्थ परिणाम प्राप्त होता है और यह सब प्रकार के कोयले में लागू होता है। बम कलरीमापी से प्राप्त और इस सूत्र से प्राप्त अकों में बहुत अल्प अन्तर पाया गया है।

गुमेल और डेविस का मत है कि ड्यू लंग का सूत्र उस कोयले के लिए अधिक उपयुक्त है जिसमें कार्बन की प्रतिशतता ८६ प्रतिशत तक रहती है। यदि कोयले में कार्बन की प्रतिशतता इससे अधिक हो तो परिणाम ठीक नहीं निकलता और ९० प्रतिशत से अधिक होने पर तो बिल्कुल लागू नहीं होता।

वाइट ने ३०० कोयले का विश्लेषण कर, ऐसा कोयला जिसमें राख २.३८ से २९.३८ प्रतिशत थी और आक्सीजन १.८२ और ३८.५७ प्रतिशत था, इस सूत्र का प्रतिपादन किया है—

$$\text{प्रति पाउण्ड ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक} = 14960 - \frac{17230}{4 + 0.9C}$$

$$\text{यहाँ 'प'} = \frac{\text{कार्बन}}{\text{आक्सीजन} + \text{राख}}$$

यहाँ ब्रिटिश + ७७ से ८.१ प्रतिशत पायी गयी है। औसत ब्रिटिश प्रति पाउण्ड १२१ ब्रिटिश ऊष्मा-मात्रक है।

वाइट का यह सूत्र कुछ कोयले के लिए लागू नहीं होता है। यह स्पष्ट रूप से देखा गया है कि ब्रिटेन, जापान और भारत के कोयले में यह लागू नहीं होता। यह सूत्र अमेरिकी कोयले में ही लागू होता है।

गाल्थले ने प्राथमिक विश्लेषण के आधार पर कोयले का ऊष्मीय मान निकालने के लिए एक सूत्र का प्रतिपादन किया है। वह सूत्र है—

१. Grumell and Davies

२. White

३. Gouthal

प्रति किलो किलोग्राम कलरी-मात्रक = ८२ का + अ वा

यहाँ 'का' स्थायी कार्बन की प्रतिशतता

'वा' वाष्पशील अंश की प्रतिशतता और

'अ' एक परिवर्ती (वैरियेबिल) कारक (फैक्टर) है जो कोयले के वाष्पशील अंश पर निर्भर करता है।

यदि वाष्पशील अंश १ से ४, १०, १५, २०, २५, ३०, ३५ और ४० है तो 'अ' का मान क्रमशः १५०, १४५, ११७, १०९, १०३, ९८, ९५ और ८० होता है।

ग्रेट ब्रिटेन के कोयले के १८ नमूनों में टेलर और पैटर्सन ने इस सूत्र का उपयोग किया और देखा कि १५ नमूनों में इससे गणित अंकों और बम ऊष्मापापी से प्राप्त अंकों में केवल ५ प्रतिशत का अन्तर, २ में ५ से ६ प्रतिशत का अन्तर और एक में १३.९ प्रतिशत का अन्तर (कम मान) था।

गाउडेल सूत्र में कुछ सुधार नाकामुरा ने किया है। इस सुधार से यह सूत्र उन्ही कोयलों में लागू हो सकता है जिनमें वाष्पशील अंश की मात्रा २० प्रतिशत से अधिक रहती है।

सुधार हुआ सूत्र यह है—

$$क = अ \left\{ \left(वा - \frac{राख}{१०} \right) + ७८ \right\} का$$

यहाँ 'अ' एक परिवर्ती कारक है जो कोयले की वाष्पशील प्रतिशतता और कोयले के पिंड बनने की समता पर निर्भर करता है। इस सूत्र के निकालने में नाकामुरा ने कोयले के १२.३३७ नमूनों का विश्लेषण किया था। यदि अन्य देशों के कोयले की कलरी निकालने में इस सूत्र का उपयोग करना हो तो पहले से 'अ' का मान निकाल लेना या निश्चित कर लेना आवश्यक होता है।

उच्च दबाववाला बम ऊष्मापापी

कोयले का ऊष्मीय मान निकालने में जो उपकरण प्रयुक्त होता है वह उच्च दबाववाला बम ऊष्मापापी है। इस उपकरण में दोष केवल यही है कि यह मूल्यवान होता है। कम मूल्यवाले ऊष्मापापी भी मिलते हैं, पर ऐसे ऊष्मापापी से प्राप्त अंक विश्वसनीय नहीं होते। बम ऊष्मापापी से प्राप्त अंकों पर पूरा पूरा विश्वास किया जा सकता है।

१. Taylor and Patterson

२. Nakamura

वम ऊष्मामापी में इस्पात का एक वम होता है। इस वम में ही कोयला आक्सीजन के वातावरण में २५ वायुमण्डल के दबाव पर जलाया जाता है। वम के चारों तरफ पानी भरा रहता है। वम में एक बिलोडक और एक थर्मामीटर भी रहता है। थर्मामीटर ऐसा होता है कि डिग्री का शतांश उसमें पढ़ा जा सके। ऊष्मामापी को आक्सीजन से भरने का भी प्रवन्ध रहता है। वम ऊष्मामापी अनेक किस्म के वम हैं। सबके सिद्धान्त प्रायः एक से ही हैं यद्यपि उनकी बनावट में कुछ न कुछ अन्तर अवश्य रहता है।

अच्छे वम ऊष्मामापी में निम्नलिखित गुणों पर विशेष ध्यान रखने की आवश्यकता है।

(१) वम के अन्दर का तल ऐसी धातु का बना होना चाहिए कि दहन से उत्पन्न अम्ल की उस पर कोई क्रिया न हो। यदि अन्दर के तल पर निकेल का आस्तर चढ़ा हो तो ऐसे वम से प्राप्त अंकों में $2\frac{1}{4}$ प्रतिशत की वृद्धि हो सकती है।

(२) वम को २५ वायुमण्डल के दबाव पर आक्सीजन से भरने पर दहन के लिए आवश्यक आक्सीजन की मात्रा से कम से कम $2\frac{1}{4}$ गुना अधिक आक्सीजन भेंटना चाहिए।

(३) वम के चारों ओर पानी का एक निचोला रहना चाहिए जिसमें १५ से २० लिटर पानी भेंट सके।

(४) पानी को प्रक्षुब्ध करने के लिए ऐसा बिलोडक रहना चाहिए जो एक-सी गति से घूमता रहे और जिसकी गति पर्याप्त ऊँची हो।

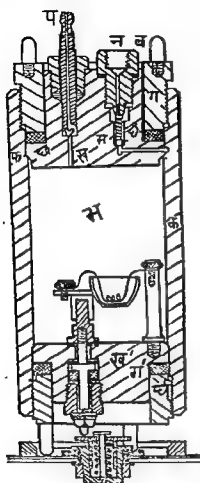
(५) ऊष्मामापी का थर्मामीटर ऐसा होना चाहिए कि उसमें $0^{\circ}01'$ से $0^{\circ}002'$ तक सहायता से $0^{\circ}002'$ से 0° तक पढ़ा जा सके। थर्मामीटर प्रामाणिक और फिजिकल नेशनल लैबोरेटरी का सर्टीफिकेटवाला होना चाहिए। साधारणतया बेकमन का थर्मामीटर इस काम के लिए उपयुक्त होता है।

(६) २५ वायुमण्डल के दबाव पर आक्सीजन प्राप्त होना चाहिए। आक्सीजन में कोई अन्य दहनशील पदार्थ नहीं रहना चाहिए। विद्युत्-विच्छेदन से प्राप्त आक्सीजन में अल्प हाइड्रोजन रहता है। अतः यह आक्सीजन दहन के लिए ठीक नहीं है।

प्रिफिन और टेंटलीक कम्पनी ने एक ऊष्मामापी बनाया है जिसे "प्रिफिन-स्टून वम ऊष्मामापी" कहते हैं। ऊष्मीय मान निकालने के लिए माज-कल यही ऊष्मामापी अधिकता से प्रयुक्त होता है। इस ऊष्मामापी का रेखा-चित्र यहाँ दिया हुआ है।

इसमें वम 'क' अल्लुव इस्पात का बना होता है। यह इस्पात एक विशेष प्रकार की संरचना का होता है। मशीन से काटकर इस वम को बनाते हैं। ऊपर और नीचे

कुछ दूरी तक यह अन्दर से पेच से कसा रहता है। पेच छोटे-छोटे अंशों (shoulders) से बने होते हैं।



चित्र ७५—प्रिफिन्-सट्टन

वम उष्मामापी

वम का निचला छोर खर धावक से समुद्रित रहता है। यह धावक स्फारी टोपी (flanged cap) 'ख' और पेचदार बाहुप (स्लीव) 'ग' के बीच में स्थित रहता है। 'ख' टोपी पर ही वह स्तम्भ होता है जिस पर मूपा रखी जाती है, और मूपा में कोयला जलाया जाता है। स्तम्भ छोटा पर दृढ़ होता है। स्तम्भ और टोपी एक क्षुप (बुश) और अग्रक धावक 'ब' (माइका-वाशर) से पृथक् किये रहते हैं। ऊष्मामापी के पंदे में स्थित एक कमानी द्वारा टोपी संयोजित रहता है।

ऊष्मामापी के ऊपरी भाग में एक टोपी 'ख' एक बाहुप 'ग' और एक धावक 'ब' समुद्रित रहते हैं। ऊपर की टोपी में एक पेचदार और नालिकावाली (riffled) नली 'प' रहती है जो एक नीचे की टोपी तक एक छोटी सपक्ष नट (winged nut) द्वारा पहुँचती है। एक प्रवेश-कपाट 'ट' रहता है जिसे आवश्यकतानुसार स्थानान्तरित कर सकते हैं। आक्सिजन सिलिंडर से जोड़ने के लिए एक पेचदार प्रवेश-भाग 'ठ' होता है। गैस 'ट' द्वारा अन्दर प्रवेश करती है। गैस क्षैतिज प्रणाली (duct) की प्रक्षेपा द्वारा वम 'भ' में प्रवेश करती है। मूपा 'म' में कोयला रखा जाता है। एक छोटा स्वज (clip) ऊपरी

टोपी में लगा रहता है, जिससे टोपी 'ख' और बाहुप 'ग' यथास्थान रखे जा सकते हैं। बाहुप 'ग' और 'ग' में टोपियाँ 'ख' और 'ख' ऊपर नीचे खिसक सकती हैं पर वम की दीवारों पर अंशों के कारण वे खिसकती नहीं। भीतरी तल पर गैस

के दबाव से बाहर की ओर खिसक सकती हैं जिससे धावक 'घ' और 'घ'" पर दबाव पड़कर अम्यन्तर भाग को ऐसा संकुचित कर देता है कि जब तक अन्दर का दबाव नहीं हटता, तब तक बाहुप 'ग' और 'ग'" नहीं खिसक सकता।

ऊष्मामापी में ताँबे के दो पात्र होते हैं जिनके व्यास भिन्न-भिन्न होते हैं। ये दोनों ऊपर और नीचे नलियों से संबद्ध होते हैं। अम्यन्तर नली में एक विलोडक लगा रहता है जिसमें तीन फलवाले प्रणोदक होते हैं। यह विलोडक अकल्प इस्पात की ईसा पर लगा रहता है। इस विलोडक से अन्दर का ताप एक-सा रखा जा सकता है। बम को बड़ी नली में रखकर बिजली द्वारा उसे उत्पन्न करते हैं। ऊष्मामापी बिजली के दो सिरों से जुटा रहता है।

पर्याप्त महीन पीसे हुए वायु-गुल्फ कोयले को दबाकर गुलिका रूप में बनाते हैं। गुलिका की ऊष्मामापी की मूपा में तीलते हैं। फ्लैटिनम तार की पासी (loop) को गुलिका के संसर्ग में रखकर फ्लैटिनम का महीन तार (०.००३ इंच की मोटाई) से बम में फँलाकर रखते हैं। फ्लैटिनम तार की पासी कोयले की गुलिका को छूती रहती है।

बम में प्रायः १० ग्राम आसुत जल रखते हैं, ताकि दहन से प्राप्त अम्ल उसमें घुल जाय। अब डक्कन को पेच से कस देते हैं।

बम को आक्मिजन के सिलिंडर और दाब प्रमापी से संबद्ध कर आक्मिजन को धीरे-धीरे प्रविष्ट कराते हैं। जब आक्मिजन का दबाव २५ वायुमण्डल का हो जाता है तब आक्मिजन का प्रवेश बन्द कर देते हैं। अब बम को पानी की बाल्टी में रखकर देखते हैं कि वह वायु-रुद्ध है अथवा नहीं। अब पानी को पोंछकर बिजली के सिरों से संबद्ध कर देते हैं।

ऊष्मामापी पात्र को तीलते हैं। पर्याप्त पानी को तीलकर उसमें रखते हैं। पानी इतना रहना चाहिए कि डक्कन के साथ बम उसमें डूब जाय। अब विलोडक, थर्मामीटर आदि को प्रस्थापन रखकर थर्मामीटर को व्यवस्थित कर विलोडक को चला देते हैं।

जल का ताप पाँच-पाँच मिनट के अवकाश पर पड़ते हैं। थर्मामीटर ऐसा रहता है कि उसमें ०.००२° से ० के सन्निकट तक ताप पढ़ा जा सके।

पाँचवें मिनट के अन्त में गरम करनेवाली बिजली के तार को पर्याप्त मंदायक (ऐक्यूमुलेटर) में अथवा गुल्फ कोशिका (सेल) से जोड़कर बिजली प्रवाहित करते हैं। बिजली ऐसी होनी चाहिए कि ८ से १२ वोल्ट प्राप्त हो सके। इससे कोयला जलने लगता है। समय-समय पर थर्मामीटर को पड़ते हैं। पहले दो मिनटों में ताप बड़ी शीघ्रता से उठता है पर उसके बाद उठना कम होता जाता है। जब ताप कम हो

जाय उसके बाद आध घंटे तक बम को छोड़ देते हैं। उसके बाद बम को खोलकर अम्ल को नीचे बैठे रहने देते हैं।

बम की अन्तर्वस्तु को कठोर काँच के ब्रीकर में धोते हैं। कमी-कमी उसमें लेड सल्फेट के निक्षेप पाये जाते हैं। ये पात्र से आते हैं। यदि ऐसे निक्षेप बने हों तो उन्हें निकाल लेते हैं। अब उसमें N/10 सोडियम कार्बोनेट का २५ सी० सी० विलयन डालकर उबालकर १० सी० सी० बना लेते और यदि लेड कार्बोनेट का अवक्षेप बना हो तो उसे धो लते हैं। अब सोडियम कार्बोनेट के आधिक्य का N/10 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन से अनुमापन कर लेते हैं। सूचक के रूप में मियाइल ओरेंज का उपयोग करते हैं। अब विलयन को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अम्लीय बनाकर गन्धक को बेरियम सल्फेट के रूप में अवक्षिप्त कर गन्धक की मात्रा मालूम करते हैं।

कोयले का गन्धक आक्सीजन के वातावरण में बहन से सल्फर डाइ-आक्साइड बनता है जो जल में घुलकर सल्फ्यूरिक अम्ल बनता है। वायु में बहन से गन्धक प्रधान-तया सल्फर डाइ-आक्साइड बनता है। इसका परिणाम यह होता है कि कोयले के एक प्रतिशत गन्धक से प्रति ग्राम कोयले से २२.५ कलरी अधिक ऊष्मा मुक्त होती है।

कोयले का नाइट्रोजन और वायु का कुछ नाइट्रोजन बम में बहन से नाइट्रिक अम्ल बनता है। इसका भी संशोधन होना आवश्यक है। नाइट्रिक अम्ल के निर्माण की ऊष्मा का N/10 नाइट्रिक अम्ल के प्रत्येक घन सेंटीमीटर के लिए १.४३ कलरी पढ़ाना आवश्यक होता है। नाइट्रिक अम्ल के 'क' सी० सी० के लिए क \times १.४३ कलरी निकालना आवश्यक होता है।

थर्मामीटर से जो ताप प्राप्त होता है वह वास्तविक ताप नहीं है। विकिरण से कुछ ऊष्मा मच हो जाती है। इससे थर्मामीटर के ताप की आवश्यक वृद्धि नहीं होती। इस विकिरण के कारण संशोधन के लिए कुछ सूत्र प्रतिपादित हुए हैं। 'रेनो और पाउंडलर' ने जो सूत्र प्रतिपादित किया है वह अधिक विश्वसनीय है।

ऊष्मामापी के जल-तुल्यांक का ज्ञान बहुत आवश्यक है। प्रयोग से यह जल-तुल्यांक निकाला जाता है। शुद्ध वैजोइक अम्ल के ज्ञात भार (प्रायः १.२ ग्राम) को बम ऊष्मामापी में जलाते हैं। वैजोइक अम्ल शुद्ध और शुष्क होना चाहिए। इसे सल्फ्यूरिक अम्ल पर शोषित में बहुत काल रखकर अथवा इसके गलनांक के केवल ५° से० के ऊपर गरम कर सावधानी से सुखा लेते हैं। सूखे वैजोइक अम्ल को शोषित में रखते

अथवा गुलिका में दबाकर बना लेते हैं। बेंजोइक अम्ल का ऊष्मीय मान 15° से० पर प्रति ग्राम ६३२४ कलरी है। बेंजोइक अम्ल के स्थान में अन्य कार्बनिक रासायनिक, जैसे नैफथलीन, सैलीसिक अम्ल या कपूर, भी इस्तेमाल हो सकते हैं। इनके ऊष्मीय मान प्रति ग्राम क्रमशः ९३२२ कलरी, ५२६९ कलरी और ९२९२ कलरी हैं।

ऊष्मामापी के जल-तुल्यांक वस्तुतः ऊष्मामापी के विभिन्न अंगों के भार और विशिष्ट ऊष्मा से संबंधित है। उदाहरणस्वरूप—

इस्पात बम	$6962 + 0.01 = 696$
ताँवा ऊष्मा-मापी	$1381 + 0.095 = 120$
पीतल का विलोडक	$120 + 0.095 = 11$
थर्मामीटर	४
	<hr/> ७७०

धातु अंगों के जल-तुल्यांक

इस मान और प्रयोग से प्राप्त अंकों में १५ या २० से अधिक का अन्तर नहीं रहना चाहिए। साधारणतया ग्रिफिन-स्टूटन ऊष्मामापी का जल-तुल्यांक ७८४ होता है।

ऊष्मीय मान या तो स्थिर आयतन पर निकाला जाता है अथवा स्थिर दबाव पर। स्थिर आयतन पर निकाला मान स्थिर दबाव से प्राप्त मान से कुछ कम होता है। स्थिर दबाव का मान स्थिर आयतन के मान से निम्नलिखित समीकरण द्वारा निकाला जाता है।

$$Q_{cp} = Q_{cv} - (\Delta n) R T$$

यहाँ Q_{cp} स्थिर दबाव पर ऊष्मीय मान है।

Q_{cv} स्थिर आयतन पर ऊष्मीय मान है

Δn प्रतिक्रिया के बाद अणु की संख्या में वृद्धि है

R गैस स्थिरांक है जिसका मान 1.987 है

T परमताप है जिस ताप पर प्रतिक्रिया का सम्पादन होता है।

यदि मेट्रिक मात्रक प्रणाली का उपयोग करें तो किलोग्राम-अणु और सेंटीग्रेड डिग्री + २७३ प्रयुक्त करते हैं और ब्रिटिश मात्रक प्रणाली प्रयुक्त करें तो पाउण्ड-अणु और फारेन-हाइट डिग्री + ४६० प्रयुक्त करते हैं।

विश्लेषण-परिणामों की यथार्थता

कोयले के एक ही नमूने के विश्लेषण के लिए वे १२ प्रयोगशालाओं को भेजे गये थे। उनके विश्लेषण से जो अंक प्राप्त हुए उनमें इस प्रकार का अन्तर पाया गया था—

निर्धारण	परिणाम			विभिन्न प्रयोगशालाओं के परिणामों में महत्तम अन्तर
	अल्पतम	महत्तम	औसत	
जल	०.५	०.७४	०.५८	०.२४
वाष्पशील	२३.१५	२५.२	२४.१५	२.०८
राख	५.२८	५.५८	५.४४	०.३०
स्थायी कार्बन	६८.७	७०.६९	६९.८३	१.९९
कार्बन	८४.५२	८४.८९	८४.७३	०.३७
हाइड्रोजन	४.५०	४.८०	४.६२	०.३०
नाइट्रोजन	१.३८	१.५३	१.४५	०.१५
गन्धक	०.६०	०.७२	०.६७	०.१२
(वाष्पशील)				
आक्सिजन	२.७५	३.३९	३.०६	०.६४
(अन्तर से)				
समस्त गन्धक	०.७५	०.८५	०.८०	०.१३
कार्बन				
डाइआक्साइड	०.४३	०.६६	०.५४	०.२३
ऊष्मीय मान- (ब्रिटिश-ऊष्मा- मात्रक)				
वायुमुक्त	१४,७००	१४,८३०	१४,७६५	१३०
मुक्त राखमुक्त	१५,६५०	१५,७९०	१५,७२०	१४०
डूलंग सूत्र से गणित	—	१५,७७०	१५,९७०	२००

दो प्रयोगों के बीच कितना अन्तर रहना चाहिए, यह निम्नलिखित आँकड़ों से ज्ञात होता है। यदि इससे अधिक अन्तर हो तो प्रयोग को दोहराना आवश्यक होता है।

प्राथमिक विश्लेषण (वायु-शुष्क कोयले के आधार पर)

महत्तम अन्तर

जल	०.१६
वाष्पशील अंश	०.२६
राख	०.१२
स्थायी कार्बन	०.३१

अन्य विश्लेषण (शुष्क राखमुक्त कोयले के आधार पर)

कार्बन	०.२०
हाइड्रोजन	०.१५
नाइट्रोजन	०.०७
समस्त गन्धक	०.०५
आक्सीजन (अन्तर से)	०.५४

ऊष्मीय मान (शुष्क राखमुक्त कोयले के आधार पर) ५० ब्रि० ऊ० मा०

कोयले का कार्बनीकरण आमापन

कोयले के प्राथमिक विश्लेषण से कुछ कुछ पता लगता है कि कोयले के कार्बनीकरण में कैसे-कैसे उत्पाद, विशेषतः कोक और वाष्पशील पदार्थ बन सकते हैं। पर यह पता नहीं लगता कि किन ताप पर कितना वाष्पशील अंश निकलता है और कोक की प्रकृति कैसी होती है।

विभिन्न उत्पादों की प्रकृति और मात्रा का ज्ञान प्राप्त करने के लिए कोयले के आमापन की आवश्यकता पड़ती है। इसके लिए ईंधन अनुसंधान बोर्ड ने कुछ प्रामाणिक विधियों का प्रतिपादन किया है। यह आवश्यक है कि यह आमापन प्रामाणिक परिस्थिति में ही हो, ताकि उससे प्राप्त अंकों से हम कोयले की प्रकृति का ठीक-ठीक पता लगा सकें।

निम्न ताप पर कार्बनीकरण आमापन

इस आमापन का ताप ६००° से० होता है। इस प्रयोग से पता लगता है कि कोयले से कितना कोक, कितनी गैस, कितना अलकतरा, अमोनिया और द्रव प्राप्त होते हैं।

छोटे पैमाने पर जो आँकड़े प्राप्त होते हैं उनसे बड़े पैमाने पर होनेवाले आँकड़ों का अनुमान लगाया जाता है।

कोक—आमापन से प्राप्त कोक और वाष्पशील पदार्थ की मात्रा वही रहती है जो बड़े पैमाने पर प्राप्त होती है।

गैस—आमापन से प्राप्त गैस की मात्रा बड़े पैमाने पर प्राप्त होनेवाली मात्रा से अल्प अधिक रहती है, क्योंकि बड़े पैमाने पर कार्बनीकरण का समय सीमित रहता है।

अलकतरा—आमापन से जो अलकतरा प्राप्त होता है उसका ६० प्रतिशत ही बड़े पैमाने पर प्राप्त होता है।

यदि आमापन के लिए कोयले का चूर्ण प्रयुक्त हुआ है और आमापन तथा बड़े पैमाने का ताप एक ही है तो कोक की प्रकृति एक-सी रहती है।

जिस ताप पर कोयले का विच्छेदन सीधेता से होता है उसका पता तेल-वाष्प की उपस्थिति अथवा गैस के स्थिर उद्विकासन से लगता है। आमापन में तेल की मात्रा इतनी प्राप्त होती है कि उससे उसका विशिष्ट भार यथार्थता से निकाला जा सके।

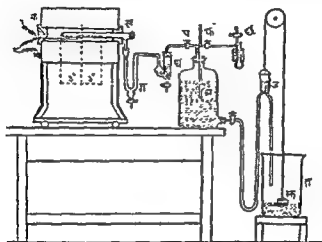
आमापन से जो गैस प्राप्त होती है उसका विशिष्टभार और ऊष्मीय मान निकाला जा सकता है। उसका विश्लेषण भी किया जा सकता है। बड़े पैमाने पर प्राप्त होनेवाली गैस की प्रकृति-जैसी ही यह गैस होती है। आमापन से प्राप्त गैस में असंतृप्त हाइड्रोकार्बन की प्रतिशतता कुछ कम होती है।

उपकरण

निम्न ताप पर आमापन में जो उपकरण प्रयुक्त होता है, उसका चित्र यहाँ दिया हुआ है। इसमें एक ब्राय्ज़ 'क' होता है। बिजली से ब्राय्ज़ को गरम करना सुविधाजनक होता है। ब्राय्ज़ के मध्य में कम से कम १५ सेंटीमीटर का स्थान ऐसा होना चाहिए जहाँ पदार्थ एक-सा गरम किया जा सके। ताप के नियंत्रण का पूरा प्रबन्ध रहना चाहिए। ब्राय्ज़ में जो भभका रखा जाता है उसका बाहरी भाग 'ख' है। यह भभका ब्राय्ज़ के मध्य में रखा जाता है।

भभका 'ख' सिलिका की नली होती है। इसकी लंबाई ३० सेंटीमीटर की और व्यास २ सेंटीमीटर का होता है। इस सिलिका नली के खुले छोर से प्रायः २ सेंटीमीटर की दूरी पर एक पतली छोटी नली प्रायः ९ मि० भी० व्यास की संमुद्रित रहती है। सिलिका नली का खुला छोर खबर के काग से बन्द रहता है। नली चिकनी और समान छेद की रहनी चाहिए। कुछ गुण्डाकार रहे तो और अच्छा है। बाहर की ओर कुछ

चीड़ी रहनी चाहिए। इस छोटी पार्श्वनली से एक यू-नली 'ग' जुटी रहती है। यह नली संपन्निका का काम करती है। यह बाहर से ठंडी की जा सकती है। इसमें एक छोटा बल्ब और रोयनी लगी रहती है। बल्ब ऐसा होता है कि उसमें ५ सी० सी० द्रव अट सके।



चित्र ७६—निम्न ताप पर आभापन का उपकरण

इस यू-नली के साथ एक दूसरी नली 'घ' लगी रहती है। यह १५ सेंटीमीटर लंबी और २ से ३ सेंटीमीटर व्यास की होती है। इस नली में काँच के मनके भरे रहते हैं, और मनके सल्फ्यूरिक अम्ल से भीगे रहते हैं। इस नली में अमोनिया का अवशोषण होता है। इस नली में एक गैस-धारी (gas holder) 'च' जुटा रहता है जिसमें ग्लिसरीन और जल के सम आमतन का मिश्रण भरा रहता है। खर नली के द्वारा गैस-धारी एक काँच आशय 'ख' से संबद्ध रहता है। यह आशय घर्षणी से एक डोरी द्वारा लटका रहता है। इस डोरी के दूसरे छोर पर काँच का एक पात्र रहता है जिसमें सीस की गोलीयाँ रखकर आशय को संतुलित रखते हैं।

जब गैस 'च' में प्रवेश करती है तब गैसधारी का द्रव निकलकर 'घ' पात्र में चला जाता है। इस पात्र का अन्त्यन्तर व्यास 'च' के व्यास के बराबर ही होता है। 'घ' पात्र में एक प्रतिमार 'फ' तैरता है। 'च' पात्र में तरल की सतह में जितनी कमी होती है उतनी ही द्रव की सतह 'च' में और उससे 'फ' उठता और उतना ही 'ख' गिर जाता है जिससे गैसधारी का दबाव स्थायी रहता है।

‘प’ की ऊँचाई का समंजन प्रयोग के प्रारम्भ में ही कर लेते हैं ताकि आशय के द्रव का समतल (लेवल) गैस-धारी ‘च’ के समतल से नीचा रहे। प्रारम्भ में इन दोनों समतलों में जो अन्तर रहे वही अन्तर बराबर बना रहना चाहिए। इन दोनों को सम्बद्ध करनेवाली नली का व्यास भी ऐसा रहना चाहिए कि द्रव स्वच्छन्दता से ‘च’ से ‘ख’ में आता जाता रहे।

प्रयोग-प्रणाली

कोयले को ऐसा पीसते हैं कि वह ७२-अक्षि की चलनी में छन जाय। उसे फिर १०५ से ११०° से० पर सुखा लेते हैं। गैस-धारी में द्रव भर लेते और आशय का समंजन ऐसा कर लेते हैं कि द्रव का समतल ‘च’ के द्रव के समतल से प्रायः एक सेंटीमीटर नीचा रहे। शुष्क यूनली ‘ग’ को तौल लेते हैं। ‘ख’ नली को अल्प प्रज्ज्वलित (इग्नाइटेड) एस्वेस्टस-ऊन के साथ तौलते हैं। एस्वेस्टस-ऊन ठेपी (प्लग) का काम करता है। उसमें फिर २० ग्राम सूखे कोयले को तौलकर नली के स्तर में ऐसा फैला देते हैं कि नली के व्यास के प्रायः दो तिहाई स्वान की वह घेर ले। लगभग ६ इंच की लम्बाई में यह फैल जाता है। एस्वेस्टस ठेपी के कारण यह अपने स्थान पर रहता है। इस प्रकार भरी नली को एक खर की पिधा द्वारा ‘ग’ से जोड़ देते हैं। अब ब्राप्ड को पहले से ३००° से० तक गरम कर नली को उसमें फिसला देते हैं।

कोयले से ज्यों ही अधिवारित गैस और वायु का निकास बन्द हो जाता है, ब्राप्ड का ताप धीरे-धीरे उठाकर एक घंटे में ५५० से ६००° से० तक पहुँचा देते हैं। इस समय देखते रहते हैं कि किस ताप पर तेल पहली बार देख पड़ता है और गैस निकलना शुरू होती है। इस अन्तिम ताप पर एक घंटे तक गरम करते हैं। इसके बाद गैस का निकलना बन्द हो जाता है और गैस के आयतन में वृद्धि नगण्य होती है। अब नली को ब्राप्ड से निकालकर ठंडा होने देते हैं।

अब दाव प्रमापी ‘छ’ (प्रेसर गेज) की शून्य में करके रोधनी ‘प’ और ‘क’ को बन्द कर ‘ख’ को खोल देते हैं। ठंडा होने पर ‘ख’ के तौलने से कोक की मात्रा मालूम होती है। तौलने के बाद ‘ख’ में यदि कुछ अलकतरे लगा रहे तो किसी विलायक द्वारा उसे निकाल लेते अथवा नली के बाह्य भाग को धौंकनी (व्जोपाइप) की ज्वाला में तपाकर जला देते हैं। नली को फिर तौलते हैं। तौल में जो कमी होती है वह अलकतरे के कारण होती है। इस भार को ‘ग’ के अलकतरे के भार में जोड़कर अलकतरे और द्रव की मात्रा का ज्ञान प्राप्त करते हैं। नली के भार से कोक की मात्रा का पता लगता है।

यदि अकलतरा और द्रव की मात्रा अलग-अलग मालूम करना हो तो उसे टोल्विन से धोकर १० सी० सी० की अंशान्कित नली में रखकर जलीय स्तर का आयतन बढ़ा लेते हैं। यदि जलीय स्तर और टोल्विन-स्तर के विभेद करने में कोई कठिनाई हो तो केन्द्रापसरण की सहायता ले सकते हैं।

‘घ’ नली की अन्तर्वस्तु को धोकर प्लास्क में कर लेते और ‘ग’ से प्राप्त जलीय स्तर को भी उसमें मिला लेते हैं। अब पर्याप्त सोडियम हाइड्राक्साइड का विलयन डालकर क्षारीय बनाकर अमोनिया का आसवन कर लेते हैं। आसुत को N/10 सल्फ्यूरिक अम्ल के ज्ञात विलयन में ले जाकर जो अम्ल बच जाता है उसका N/10 सोडियम हाइड्राक्साइड के विलयन से अनुमापन कर लेते हैं।

गैस का आयतन मालूम करने के लिए पिपेट द्वारा ‘घ’ से पानी निकालकर उसे आशय ‘छ’ में बहने देते हैं। आशय को फिर धीरे धीरे उठाकर इतना ऊँचा करते हैं कि उसका द्रव उसी समतल पर आ जाय जिस समतल पर ‘घ’ का द्रव है। दबाव प्रभापी ‘ट’ ‘प’ के विलयन के भार और विशिष्ट भार से गैस का आयतन वायु के ताप और वायुमण्डल के दबाव पर निकालकर उससे गणना द्वारा आयतन निकालते हैं।

यदि प्रथम बार प्रयोग किया जाय तो उससे प्राप्त गैस में कुछ वायु मिली रह सकती है। यह वायु नली और अन्य पात्रों से आती है। यदि इसी नली में दूसरा प्रयोग किया जाय तो उससे प्राप्त गैस अधिक शुद्ध होती है और उसमें वायु नहीं मिली रहती। शुद्ध गैस को ही विश्लेषण, विशिष्ट भार और ऊष्मीय मान के लिए प्रयुक्त करना चाहिए।

टिप्पणियाँ—(१) यदि प्रयोग ठीक-ठीक किया जाय तो परिणाम पर्याप्त यथार्थ प्राप्त होता है। + ०.२ प्रतिशत से अधिक की त्रुटि नहीं होती। कोयले के प्रति १०० ग्राम में गैस के आयतन में + १२५ सी० सी० तक की त्रुटि हो सकती है।

(२) प्रयोग के लिए जो ग्लास प्रयुक्त होता है वह ऐसा होना चाहिए कि उसमें एक-सा ताप प्राप्त हो सके।

(३) कोयले का स्तर एक-सा गहरा और केवल ६ इंच लम्बा होना चाहिए।

(४) नली में जो अकलतरा चिपका हो उसे ऐसिटोन से धो लेना चाहिए। अल्पतम ऐसिटोन का व्यवहार करना चाहिए।

(५) संयंत्र ऐसा होना चाहिए कि वह पानी या बर्फ से ठंडा किया जा सके।

(६) गैस के मापन में विशेष यथार्थता रखनी चाहिए।

(७) कोयले को १०५ से ११०° से० पर सुखा लेने से कोयले से जो पानी निकलता है वह कोयले के विच्छेदन से प्राप्त पानी होता है।

(८) गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड पर्याप्त मात्रा में रह सकता है, यदि कोयले में गन्धक की मात्रा अधिक है।

हाइड्रोजन सल्फाइड की मात्रा का निर्धारण सरल नहीं है, वह पानी और ग्लिसिरीन के मिश्रण में घुल जाता और गैस-उपकरण के पारदर्शक को आक्रान्त करता है। इससे हाइड्रोजन सल्फाइड की मात्रा वास्तविक मात्रा से कम प्राप्त होती है। इससे अच्छा यही होता है कि कार्बनीकरण के समय ही हाइड्रोजन सल्फाइड को कैडमियम सल्फाइड के रूप में निकाल लिया जाय और उसे आयोडीन के प्रामाणिक विलयन से अनुमापित कर लिया जाय।

इसके लिए कैडमियम क्लोराइड अथवा कैडमियम सल्फेट के विलयन को अमोनिया-मार्जक के बाद उद्बुद (bubbler) की पक्तियों में रखना पड़ता है। हाइड्रोजन सल्फाइड से कैल्सियम सल्फाइड का अवक्षेप बनता है। अवक्षेप को उष्ण जल से भली-भाँति धो लेते हैं। अवक्षेप को फिर पिघावाले ५०० सी० सी० की बोतल में स्थानान्तरित कर २०० सी० सी० आसुत जल डालकर बोतल को ज़ोरों से हिलाकर अवक्षेप को सूक्ष्म बना लेते हैं। उसमें फिर आयोडीन का N/10 विलयन आधिक्य में डालकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल से अम्लीय बना लेते हैं। उसे फिर कुछ देर रखकर जब कैडमियम सल्फाइड पूर्णतया घुल जाय तब आयोडीन के आधिक्य को सोडियम थायो-सल्फेट के N/10 विलयन से अनुमापन करते हैं। सूचक के रूप में स्टार्च के विलयन का उपयोग करते हैं।

N/10 आयोडीन विलयन का एक घन सेंटीमीटर

= नार्मल ताप और दबाव पर १.२२ सी० सी० हाइड्रोसल्फाइड के या ०.००१७ ग्राम के।

बहुत फूलनेवाला कोयला

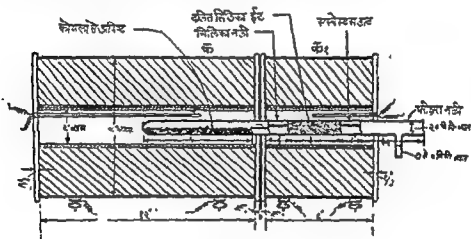
यदि कोयला बहुत फूलनेवाला हो तो वायु-शुष्क कोयले को महीन पीसे हुए वायु-शुष्क कोक से मिलाकर तब प्रयोग करते हैं। कोक इतना मिलाने हैं कि कोयले के फूलने से नली पूरी भर न जाय। ऐसे मिश्रण की मात्रा २० ग्राम से अधिक नहीं रहनी चाहिए।

उच्चताप कार्बनीकरण आमापन

यह आमापन ९००° से० के लगभग ताप पर होता है। ग्राफ्ट को पहले ८००° से० तक गरम कर तब उसमें कोयला डालते हैं। कोयले को प्रायः ३००° से० तक पहले गरम कर लेते हैं। प्रायः दो पंटे में ग्राफ्ट के ताप को ९००° से० पर उठाकर ३० मिनट इसी ताप पर रखते हैं। यहाँ जो उपकरण प्रयुक्त होता है वह प्रायः वैसा ही होता है

जैसा उपकरण निम्न ताप पर प्रयुक्त होता है। केवल सिलिका का पात्र कुछ विभिन्न होता है।

यहाँ भी ग्राफ्ट विजली से गरम किया जाता है। ग्राफ्ट में 'क' और 'क' के बीच का ताप एक-सा रहना चाहिए। भ्रमका प्रायः एक-सा ही होता है। भ्रमके में यहाँ भी सिलिका नली होती है। भ्रमके में कोयला कैसे रखते हैं उसका पता चित्र से लगता है। प्रयोग के अन्य विस्तार भी प्रायः एक-से ही हैं।



चित्र ७७—कार्बनीकरण आमापन का उपकरण

कोयले में खनिज द्रव्य

कोयले में खनिज द्रव्य अवश्य रहता है। कुछ खनिज द्रव्य समस्त कोयले में एक-सा वितरित रहता है। ऐसे खनिज द्रव्य को 'अन्तर्निहित' खनिज द्रव्य कहते हैं। कुछ खनिज द्रव्य विभिन्न मोटाई और विस्तार के पिंड या पट्ट के रूप में रहते हैं। ऐसे खनिज द्रव्य को 'वाह्य' या 'भुक्त' खनिज द्रव्य कहते हैं।

अन्तर्निहित खनिज द्रव्य में अकार्बनिक लवण रहता है। यह लवण पौधों से कोयले में आता है। अवशोषण और अधिशोषण से और वर्षा और वायु में वह सांद्रित हो जाता है। कोयले में यह नूतन दशा में और सर्वत्र फैला हुआ रहता है। सामान्य धावन से यदि कोयले को सफाई की जाय तो यह अन्तर्निहित लवण नहीं निचलता।

वाह्य खनिज द्रव्य भी प्रायः मदा ही कोयले में कुछ न कुछ रहता है। यह मिट्टी, शिलिका (shale) और चट्टानों से आता है। ऐसे द्रव्यों में लौहमाक्षिक, चूना, मैंगनीशिया और लोहे के कार्बोनेट और चूने के सल्फेट रहते हैं। कुछ ऐसे द्रव्य

तो पेड़-झोड़ों के साथ ही विक्षिप्त होते और कुछ पारच्यवन (parcolation) और आलम्बन से कोयले में आते हैं। खनन के समय कुछ छतों और गचों की चट्टानों से भी निकलकर कोयले में मिल जाते हैं। ऐसे खनिज द्रव्यों से घावन में कोयले की बहुत कुछ सफाई हो जाती है।

कोयले के जलाने से खनिज द्रव्यों में कुछ परिवर्तन होते हैं। शिलिका के ६००° से ० तक गरम करने से समुक्त जल निकल जाता है। चूना, मैंगनीशिया और लोहे का कार्बोनेट विच्छेदित होकर कार्बन डाइ-आक्साइड निकल जाता और आक्साइड रह जाता है। लोहे का सल्फाइड भी लोहे के आक्साइड में आक्सीकृत हो जाता है। कार्बो-निक् गन्धक गन्धक के ट्राइ-आक्साइड में परिणत हो चूना या अल्कली धातु से मिलकर सल्फेट बनता है। क्षारीय धातुओं के क्लोराइड भी कोयले में अल्प मात्रा में रहते हैं। गरम करने से ये उड़कर पूर्णतया निकल जाते हैं।

कोयले के दहन से जो राख प्राप्त होती है उसमें कोयले के खनिज द्रव्य सब के सब नहीं रहते। विच्छेदन से उनका कुछ अंश निकल जाता है पर कोयले की राख से भी कोयले में खनिज द्रव्य की मात्रा निकाली जा सकती है। इस सम्बन्ध में कुछ सूत्र प्रतिपादित हुए हैं जिनकी सहायता से राख से खनिज द्रव्यों की मात्रा निकाली जा सकती है।

कोयले से खनिज द्रव्यों का निकाल बाहर करना आवश्यक है। खनिज द्रव्यों से कोयले की हानि होती है। खनिज द्रव्यों के निकालने के निम्नलिखित कान हैं—

(१) यदि खानों से कोयला निकाल लेने पर ही कोयले की सफाई कर ली जाय तो खनिज द्रव्यों का परिवहन खर्च बच जाता है।

(२) खनिज द्रव्यों के निकाल लेने से कोयले की दक्षता बढ़ जाती है। ऐसे कोयले से अधिक ऊर्जा प्राप्त होती है।

(३) खनिज द्रव्यों के कारण कोयले में राख और प्रज्ञाम अधिक बनते हैं। इनके हटाने में अधिक खर्च पड़ता है। उष्ण राख ब्राष्ट्र के आस्तर को आक्रान्त कर ब्राष्ट्र को शीघ्र नष्ट कर सकती है। ऐसे ब्राष्ट्र की प्रज्ञाम के निकालने के लिए बार बार उठकेरने से भी ब्राष्ट्र की क्षति हो सकती है।

(४) खनिज द्रव्यों में गन्धक और फास्फोरस भी रहते हैं। ये कोक में रह सकते हैं। ऐसा कोक धातुनिर्माण के लिए अच्छा नहीं होता।

पर कोयले की बहुत अधिक सफाई भी अच्छी नहीं होती। ऐसे कोयले से प्राप्त राख का गलनांक नीचा होने से कोयले की उपयोगिता बहुत कुछ घट जाती है।

कोयले में केवल अन्तर्निहित द्रव्य है बचवा बाह्य खनिज द्रव्य भी हैं। इतना कुछ ज्ञान 'एक्स-परीक्षण' से हो सकता है। बाह्य खनिज द्रव्यवाला कोयला अपारदर्शक होता है और केवल अन्तर्निहित द्रव्यवाला कोयला अपेक्षा पारदर्शक होता है। विशिष्ट भार के निर्धारण से भी कुछ पता लग सकता है। कोयले में जितना ही खनिज द्रव्य रहता है वह उतना ही हलका होता है। कोयले की सफाई का वर्णन पहले ही चुका है।

छोटे पैमाने पर भी कोयले की सफाई का प्रयोग किया जा सकता है। ऐसे प्रयोग के लिए कोयले के टुकड़े इतने बड़े होने चाहिए जितने बड़े टुकड़े बड़े पैमाने पर प्रयुक्त होते हैं। यदि ऐसा न हो तो परिणाम से विशेष लाभ नहीं होता। इस प्रयोग के लिए कोयले को सुखाना आवश्यक नहीं है। सुखाने से केवल विशिष्ट भार में ही अन्तर नहीं पड़ता, बल्कि उससे कोयले का कुछ पिघटन (डिसइटेग्रेशन) भी हो सकता है।

इस प्रयोग के लिए कोयला इतना लेना चाहिए कि कोयले के साथ भेलें उसमें आ जायें। साधारणतया ऐसे कोयले में २००० टुकड़े रहने चाहिए। भिन्न भिन्न विस्तार के टुकड़ों का परीक्षण अलग-अलग करना चाहिए। एक साथ करने से निश्चयनीय परिणाम नहीं प्राप्त होता।

'बैपमैन और मीट्ट' का सुझाव है कि इस परीक्षण के लिए कोयले के टुकड़े निम्नलिखित आकार के अलग रहने चाहिए—

१ इंच के

१ इंच से ३/४ इंच के

३/४ इंच से १/२ इंच के

१/२ इंच से ३/८ इंच के

३/८ इंच से १/४ इंच के

१/४ इंच के

१/४ इंच से १/८ इंच के

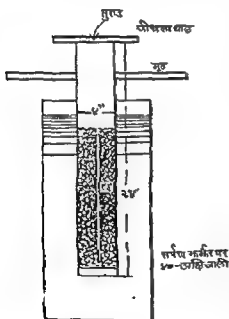
१/८ इंच से १/१६ इंच के

१/१६ इंच के

हेनरी रीति

छोटे पैमाने पर परीक्षण हेनरी रीति से किया जा सकता है। यहाँ पीतल की एक नली, २८ से ३० इंच की लम्बाई और ४ इंच व्यास की होती है। इस नली के ऊपरी अंश में एक छिछला थाल स्थित रहता है। इस थाल से कोयले के नमूने को सुविधा से हटा सकते हैं। थाल के कुछ नीचे पकड़ने के लिए मूठ लगी रहती है। मूठ को पकड़कर नली को पानी में डूबा सकते हैं। पेंदे से एक इंच की दूरी पर नली में पीतल का एक ग्रैवेय (कालर) अन्दर से जुड़ा रहता है। इस ग्रैवेय पर पीतल का एक मण्डल रखा जाता है। इस मण्डल में छेद होता है। मण्डल पर ४०-अक्षि की तारजाखी रखी रहती है जो पेच से अपने स्थान पर कसी रहती है।

पानी रखने के लिए एक पात्र रहता है। यह पात्र प्रायः ३० इंच गहरा और नली के व्यास से दो इंच अधिक व्यास का होता है। इस पात्र को पानी से भर देते हैं। उसमें उपर्युक्त नली डालते हैं। फिर कोयले को तालकट नली में डालते हैं। कोयला इतना रहना चाहिए कि वह नली के १५ इंच स्थान को ले सके। यदि नली का व्यास ४ इंच है तो ऐसी नली के लिए १२०० से १६०० ग्राम कोयले की आवश्यकता पड़ती है।



अब नली को पानी में ऊपर नीचे प्रायः एक मिनट तक करते हैं। नीचे करने में कुछ बल का उपयोग करते और ऊपर करने में ऐसा नहीं करते। इससे ऊपर की ओर कोयला कुछ जोर से उठता है और नीचे की ओर धीरे-धीरे बैठता है। इससे विशिष्ट भार के अनुसार कोयले के टुकड़े व्यवस्थित हो जाते हैं। सख्त कोयले हलके होने के कारण ऊपर उठते हैं और सनिज द्रव्यवाले कोयले

चित्र ७८—परीक्षण की हेनरी नली

भारी होने के कारण नीचे बैठते हैं। भिन्न-भिन्न प्रयोगों से तुलनात्मक परिणाम प्राप्त होता है। पर इसके लिए आवश्यक है कि कोयले एक-जैसे हों, एक निश्चित समय

तक ऊपर नीचे होते रहें और एकसा ऊपर नीचे होता रहे। बड़े पैमाने पर घोलने के लिए यदि जिग का उपयोग करना है तो इस नली में कोयले को १० से २० मिनट तक रखने की आवश्यकता पड़ती है।

घावण के बाद नली को निकालकर पानी वहा लेते हैं। पेंदे में पीतल के ग्रैवेल (कालर) और तारजाली को पेंच हटाकर निकाल लेते हैं। लकड़ी के एक छड़ से घस्का बेयर कोयले को सावधानी से बाहर निकालते हैं। नली से बाहर कोयला ज्यों ही आध इंच निकले, झटका मारकर घाल से निकालकर एक तौल हुए बेसिन में रखते हैं। इस प्रकार दो या तीन स्तर जाये-जाये इंच के अलग रखते हैं। ये स्तर प्रायः शुद्ध कोयले के होते हैं। इनमें कोई अपद्रव्य नहीं रहता, केवल अन्तर्निहित खनिज पदार्थ रहते हैं। दो या तीन नमूनों के निकाल लेने के बाद एक इंच लम्बाई के कोयले के स्तर को अलग-अलग रखते हैं। जब नली में केवल एक इंच लम्बाई का स्तर रह जाता है तब उसे और छोटे-छोटे स्तरों में निकालते हैं। ऐसे स्तरों में कंकड़ अधिक रहते हैं। पेंदेवाले स्तर में तो कोयला प्रायः होता ही नहीं है, केवल कंकड़ ही कंकड़ रहते हैं।

प्रत्येक स्तर को मुलाकर तौलते हैं। उसे पीसकर महीन बनाकर राख की मात्रा निर्धारित करते हैं। राख की मात्रा से स्पष्टतया ज्ञात होता है कि राख की मात्रा क्रमशः निचले स्तरों में बढ़ती जाती है और अन्तिम स्तर में तो प्रायः ७२ प्रतिशत तक पहुँच जाती है।

कोयले में राख का विश्लेषण

कोयले के उत्तापन में जो राख प्राप्त होती है वह पर्याप्त महीन होती है और विश्लेषण के लिए साधारणतया उसे फिर महीन करना नहीं पड़ता। पर यदि राख महीन न हो और उसमें कुछ छोटे-छोटे पिंड हों तो स्फटिक खरल में पीसकर उसे महीन बना लेना चाहिए।

महीन चूर्ण में अल्प मात्रा में जल के अवशोषण की क्षमता होती है। वायु में खुला रखने से ऐसा चूर्ण कुछ पानी सोख लेता है। ऐसे अवशोषित जल को १०५° से ० तक कुछ समय तक गरम करके निकाल लेना चाहिए। सूखे चूर्ण को पिघा-लगी बोतलों में बन्द करके अथवा शीशियों में रखना चाहिए।

ऐसे सूखे चूर्ण के १ ग्राम को यथाव्यंता से तौलकर उसमें प्रायः ४ ग्राम सोडियम कार्बोनेट डालकर ढक्कनवाली फ्लैटिनम की भूपा में गरम करना चाहिए। पहले धीरे-धीरे बुसेन ज्वाला में गरम करना चाहिए। पीछे तीव्रता से गरम कर मिश्रण को पूर्ण

रूप से पिघला लेना चाहिए। पिघलाने के लिए मेकर^१ बर्नर का अथवा धौकनी का उपयोग करते हैं। पिघले हुए पुंज को कुछ मिनट तक पिघली हुई दशा में रखते हैं। ठंडा करने पर पिघला हुआ पुंज जल्दी ठोस हो जाता है। ठोस को मूपा में चारों ओर फैला देते हैं।

सिलिका

अब उसे जल से उपचारित करते हैं। फिर पोर्सिलेन या प्लेटिनम बेसिन में स्थानान्तरित करते हैं। मूपा को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से धोकर बेसिन के द्रव और आलम्बित को ठोस में मिला देते हैं। बेसिन को घटि-काँच से ढककर रखते हैं ताकि कार्बोनेट के बिच्छेदन से निकले बुलबुलों के साथ कोई ठोस निकलकर नष्ट न हो जाय।

बेसिन की अन्तर्वस्तु को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से स्पष्ट रूप से अम्लीय बनाकर जल-ऊष्मक पर कुछ मिनट गरम करते हैं। गरम करने में बड़ी छोटी ज्वाला का उपयोग करते हैं। जब विलयन से समस्त कार्बन डाइ-आक्साइड निकल जाय तब गरम करना बन्द कर देते हैं। घटि-काँच के निचले तल को पानी से धोकर बेसिन में करके बेसिन को उद्घापन से पूरा सुखा लेते हैं। जब बेसिन से अम्ल का धूम निकलना बन्द हो जाय तब गरम करना बन्द कर देते हैं। बेसिन की अन्तर्वस्तु को काँच-छड़ से धीरे-धीरे उटकरने से अम्ल जल्दी निकल जाता है।

अवशेष में अल्प जल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल फिर डालकर एक बार और सुखा लेते हैं।

पिंड को फिर जल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से उपचारित करते हैं। यदि आवश्यक हो तो गरम कर ले सकते हैं। गरम करने से छानने में सुविधा होती है। आलम्बन में जो सिलिका रहती है उसे वाटमैन छाना कागज (नं० ४०) में छान लेते और धोकर लवण से मुक्त कर लेते हैं। सिलवर नाइट्रेट का विलयन डालकर छनित में देखते हैं कि वह क्लोराइड से मुक्त हो गया है या नहीं। छनित की कुछ बूंदों में ही सिलवर नाइट्रेट का विलयन डालते हैं अथवा छनित की २० बूंदों को घटि-काँच पर रखकर जल-ऊष्मक पर उद्घापित कर देस लेते हैं कि उसमें कोई तलछट रह जाती है या नहीं। जब कोई क्लोराइड अथवा तलछट न रहे तब सिलिकावाले छाना कागज को एक तौली हुई प्लेटिनम मूपा में स्थानान्तरित कर पहले धीरे-धीरे और पीछे फूंकनी ज्वाला में गरम कर भार को स्थायी बना लेते हैं। इस प्रकार प्राप्त स्थायी भार को 'अशुद्ध सिलिका'

संज्ञा देते हैं। ऐसी सिलिका में राख का कुछ अन्य अवयव भी मिला रहता है। यह चूर्ण बहुत हल्का होता है। यदि इसे गरम करना पड़े तो पहले बहुत धीरे-धीरे गरम करते हैं ताकि उसके कण के निकल जाने का भय नहीं रहे।

अशुद्ध सिलिका को तनु सलप्यूरिक अम्ल से अम्लीय बनाकर पर्याप्त हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल डालकर सिलिका को सिलिकन फ्लोराइड में परिणत करते हैं।

सलप्यूरिक डालकर अम्लीय बनाने का उद्देश्य यह है कि अलूमिनियम फ्लोराइड सदृश अन्य धातुओं के वाष्पशील फ्लोराइड अम्ल द्वारा अवाष्पशील सल्फेट में परिणत हो जायें।

अब मूपा को रेत-ऊष्मक पर घूम-आघरण में गरम कर पूर्णतया सुखा लेते और मेकर वर्नर पर प्रचलता से गरम करते हैं। जो अवशेष बच जाता है उसके भार को 'अशुद्ध सिलिका' के भारसे घटाने पर जो भार बच जाता है वही 'शुद्ध सिलिका' का भार है। अवशेष बहुत अल्प रहता है। उसे फिर पोटैशियम बाइ-सल्फेट के साथ मिश्रित कर द्रवित करते, फिर द्रवित भुज को घुलाकर सलप्यूरिक अम्ल से अम्लीय बनाकर सिलिका से प्राप्त छनित में मिला देते हैं अथवा मूपा में ही छोड़ देते हैं, जो अन्य धातुओं के निष्कारण में प्रयुक्त होता है।

छनित के विश्लेषण के लिए यदि उसमें मैंगनीज है तो एक रीति और यदि मैंगनीज नहीं है तो दूसरी रीति प्रयुक्त होती है। मैंगनीज के रहने से लोहे और अलू-मिनियम को अलग कर तब मैंगनीज की मात्रा निर्धारित करते हैं।

लोहा

लोहे की मात्रा निकालने में लोहे को अवकृत कर अनुमापन से ऐसा करते हैं। अवकारण के लिए जस्ता इस्तेमाल करते हैं। प्रामाणिक पोटैशियम डाइक्रोमेट के विलयन से अनुमापन करते हैं। ऐसे परिणाम में कुछ त्रुटि हो सकती है। टाइटैनियम आक्साइड भी लोहे के साथ-साथ अवकृत होकर लोहे की मात्रा को बढ़ा देता है।

इस त्रुटि के निवारण के लिए लोहे को हाइड्रोजन सल्फाइड से अवकृत करते हैं। कार्बन डाइ-आक्साइड के वातावरण में उबालकर हाइड्रोजन सल्फाइड के आधिक्य को निकाल डालते और तब प्रामाणिक पोटैश परमैंगनेट के विलयन से अनुमापन करते हैं। मरकयूरिक कगोराइड कगज में भाप में हाइड्रोजन सल्फाइड की उपस्थिति का पता लगाते हैं। हाइड्रोजन सल्फाइड से कागज काला हो जाता है।

टाइटैनियम

टाइटैनियम का निर्धारण रंगमापी रीति से होता है। टाइटैनियम के एक प्रामाणिक विलयन से रंग की तुलना करते हैं। शुद्ध टाइटैनियम के आक्साइड के ०.१ ग्राम को पोटैसियम बाई-सल्फेट के साथ द्रवित कर पिघले पुज को ऐसे पानी में घुलाते हैं जिसमें प्रायः १० प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल पड़ा हुआ है। इसको फिर १० मिली० में बनाकर रंग की तुलना करते हैं। यदि ऐसे विलयन का रंग इतना गाढ़ा हो कि रंग की तुलना करना सम्भव न हो तो ऐसे विलयन का १ मिली० लेकर उसमें पर्याप्त हाइड्रोजन पेरॉक्साइड डालकर पीले रंग को विकसित कर १०० मिली० में बना लेते हैं। ऐसे तनु प्रामाणिक विलयन के १ मिली० में ०.००१ ग्राम टाइटैनियम आक्साइड रहता है।

ऐसे विलयन के अल्प अंश में जिसमें सारा लोहा, अलूमिनियम और टाइटैनियम विद्यमान है, ५ घन से० में (२५० घन से० से) हाइड्रोजन पेरॉक्साइड डालकर मिश्रण को नेसलर काँच में रखकर इसके रंग को उसी विस्तार के दूसरे नेसलर काँच में प्रामाणिक विलयन को बुरेट से डालते हैं और दोनों के रंगों की तुलना कर एक-सा करते हैं। जब दोनों का रंग एक-सा हो जाय तब जितना घन सेंटीमीटर विलयन लगा है उसे ०.००००१ से गुणा करने से टाइटैनियम आक्साइड का भार निकलता है। यह भार ५ घन सेंटीमीटर में टाइटैनियम आक्साइड का है।

अलूमिनियम

राख में फेरिक आक्साइड, टाइटैनियम आक्साइड और अलूमिनियम आक्साइड तीनों रहते हैं। यदि फेरिक आक्साइड और टाइटैनियम आक्साइड के भार को निकाल लें तो जो शेष बच जाता है वही अलूमिनियम आक्साइड का भार है।

यदि राख में मैंगनीज की मात्रा बड़ी अल्प हो तो सिलिका के निकाल लेने पर जो छनित प्राप्त होता है उसमें अमोनिया डालने से लोहा, अलूमिनियम आदि के हाइड्राक्साइड अवक्षिप्त हो जाते हैं। अवक्षेप के प्रज्वलित करने के स्थान में यदि उष्ण तनु सल्फ्यूरिक अम्ल में घुलाया जाय तो पर्याप्त यथार्थ परिणाम प्राप्त होता है। जिस छत्रे कागज में अवक्षेप को छानते हैं उस कागज में भी लोहे आदि का लेश रहता है। उस कागज को मूपा में रखकर प्रज्वलित करके 'अशुद्ध सिलिका' से प्राप्त अवशेष में डालकर उसे पोटैसियम बाई-सल्फेट से द्रवित कर 'द्रवित पुज' को घुलाकर उस विलयन में डाल देते हैं जिसमें लोहा आदि घुला हुआ है। अब विलयन को २५० मिली० में बनाकर उसका अवशेष भाग, ५० मिली० लेकर अमोनिया से अवक्षिप्त करते हैं।

अवक्षेप को छान, धो और प्रज्वलित कर तोलते हैं। ऐसे प्राप्त भार को ५ में गुणा करने से मिश्रित आक्साइड का भार प्राप्त होता है। ऐसे भार से लोहा और टाइटेनियम के भार के निकाल लेने से अलुमिनियम का भार शेष रह जाता है।

मँगनीज

राख के विलयन में वैजिक एसिडेट विधि से अवक्षेपण से लोहा, अलुमिनियम यदि अवक्षिप्त हो जाते हैं। छनित को सान्द्र करके उसमें प्रोपीन डालते हैं। जब विलयन का रंग स्पष्ट नारंगी हो जाता है तब प्रोपीन का डालना बन्द कर देते हैं। अब विलयन को अमोनिया डालकर स्पष्ट क्षारीय बनाकर उवालते हैं। यदि मँगनीज विद्यमान है तो वह अवक्षिप्त हो जाता है। अवक्षेप को छानकर, धोकर और प्रज्वलित कर तोलते हैं। यहाँ मँगनीज Mn_2O_3 के रूप में रहता है। इसे ०.९१ से गुणा करने से MnO का भार प्राप्त होता है।

कैल्सियम और मँगनीशियम

मँगनीज के अवक्षेपण के बाद जो छनित प्राप्त होता है उसे उवालकर अमोनियम ऑक्जलेट डालकर कैल्सियम को कैल्सियम ऑक्जलेट के रूप में अवक्षिप्त कर CaO के रूप में परिणत कर तोलते हैं।

छनित को अमोनिया से क्षारीय बनाकर उसमें हाइड्रोजन साइसोबियम फास्फेट डालकर मँगनीशियम को मँगनीशियम पाइरो-फास्फेट, $Mg_2P_2O_7$ के रूप में अवक्षिप्त कर, धोकर और जलाकर तोलते हैं। $Mg_2P_2O_7$ को ०.३६ से गुणा करने से MgO का मात्रा निकलती है।

यदि राख में फास्फरस की मात्रा अधिक हो तो इस रीति में कुछ सुधार की आवश्यकता होती है। कारण धातुओं के हाइड्रॉक्साइड के साथ-साथ फास्फेट भी अवक्षिप्त होता है।

अल्कली का निर्धारण

राख में अल्कली निर्धारित करने की रीति इस प्रकार है—

महीन पीसो हुई राख के ०.२५ से ०.५ ग्राम को तोलकर उसमें प्रायः गमान भार अमोनियम सैट्राइड और वाष्प-गुना कैल्सियम कार्बोनेट डालते हैं। राख और अमोनियम सैट्राइड को पहले एग्रेट या पोरनेलिन स्तर में पतलकर थोड़ा-थोड़ा करके कैल्सियम कार्बोनेट का तीन-चौथाई भाग डालते हैं। मिश्रण को अब प्लैटिनम मूसा में रखते हैं। मिश्रण के रखने के पूर्व मूसा के पेंदे को कार्बोनेट के एक पतले स्तर

से ढँक देते हैं। शोप कार्बोनेट से खरल को उद्-क्षालित (रिज) कर मूषा में डाल देते हैं। मूषा को कसे हुए (चुस्त) ढक्कन से ढँककर एम्बेस्टस के दफ्ती के सुराख में रखकर गरम करते हैं। दफ्ती में रखने का कारण यह है कि बर्नर की ज्वाला से निकला गंधकवाला धुआँ मूषा के मिश्रण के समर्ग में न आये।

मूषा को पहले प्रायः २० से ३० मिनट तक बहुत धीरे-धीरे गरम करते हैं ताकि अमोनियम लवण धीरे-धीरे वाष्पीभूत हो जाय। फिर इतने जोर से गरम करते हैं कि मूषा के तृतीयांश का ताप मन्द रक्त ताप पर पहुँच जाय। मूषा की इस ताप पर प्रायः १५ मिनट रखते हैं। इससे मिश्रण कुछ सकुचित या सिकुड़ जाता है। पुज द्रवित नहीं होता पर संपुजित (sintered) अवश्य हो जाता है। ठंडा होने पर पुज को सरलता से मूषा से पृथक् कर सकते हैं। उसे बेसिन में रखकर प्रायः १५० घन से० उष्ण जल से ढँक देते हैं। इससे पुज का वियोजन (डिसइन्टिग्रेशन) हो जाता है और क्षार द्रव में आ जाता है। द्रव को अब छन्ना कागज पर छानते और यदि कोई पिंड रह गया हो तो दलकर उष्ण जल से छन्ने कागज पर ही धो लेते हैं।

अब छनित का आयतन ४०० मिली० हो जाता है। उसमें पर्याप्त ठोस अमोनियम कार्बोनेट डालकर कैल्सियम को अवक्षिप्त कर लेते और विलयन को उद्वाष्पित कर सुखा लेते हैं।

अवशेष को अमोनिया और अमोनियम कार्बोनेट से उपचारित कर कैल्सियम के लेश को छानकर निकाल लेते और छनित तथा धोवन को एक तोलित प्लैटिनम प्याली (डिश) में रखकर उद्वाष्पित कर सुखा लेते हैं। अब शेष ठोस को बड़ी नीची ज्वाला से गरम कर समस्त अमोनियम लवण को उद्वाष्पित कर लेते हैं।

अवशेष में अल्कली के क्लोराइड रहते हैं। उसे अवकरण-ताप के नीचे ही गरम करते हैं और जब भार स्थायी हो जाता है तब गरम करना बन्द कर देते हैं।

उष्ण प्याली को गरम कर ठंडा करने से भार पहले कम होता है, फिर कुछ देर स्थायी रहता है और अन्त में जल के अवशोषण के कारण बढ़ता है। जब प्याली का भार स्थायी हो जाय तब गरम करना और तोलना बन्द कर देना चाहिए।

क्षार के क्लोराइड में सोडियम और पोटैसियम दोनों के क्लोराइड रहते हैं। परक्लोरिक अम्ल द्वारा उन्हें पृथक् कर सकते हैं। मिश्रित क्लोराइड को पानी के कुछ घन सेंटीमीटर में घुलाकर तिगुना परक्लोरिक अम्ल डालकर क्लोराइड को पर-क्लोरेट में परिणत करते हैं। तरल को फिर उद्वाष्पित करते हैं। जब परक्लोरिक अम्ल का धुआँ निकलने लगे, तब उसमें ६ मिली० परक्लोरिक अम्ल डालकर उद्वाष्पन को फिर दुहराते हैं। जब सफेद धुआँ आने लगे तब उद्वाष्पन बन्द कर देते हैं। उसमें

अब ०.८ विगिप्ट घनत्व का अलकोहल (भार में ९६ से ९७ प्रतिशत परिशुद्ध अलकोहल) डालकर पोटैसियम परक्लोरेट को अवशिष्ट कर गूच-मूपा में छाग लेते हैं, फिर उसी के बल के अलकोहल से धो लेते हैं। अलकोहल में ०.२ प्रतिशत (भार में) परक्लोरिक अम्ल मिला रहता है। मूपा और अवक्षेप को १२०° से० पर सुखाकर तोलते हैं। निम्नलिखित दत्त से पोटैसियम और सोडियम आक्साइड की मात्रा की गणना करते हैं—

$$\text{KClO}_3 \text{ का भार} \times 0.5361 = \text{KCl}$$

$$= \text{का भार} \times 0.38 = \text{K}_2\text{O}$$

$$\text{मिश्रित क्लोराइड का भार} - \text{KCl} = \text{NaCl}$$

$$\text{NaCl का भार} \times 0.530 = \text{Na}_2\text{O}$$

इन धातुओं के अतिरिक्त निम्नलिखित धातुओं के आक्साइड भी लेश में राख में रहते हैं—

लिथियम, ह्यूडियम, सीज़ियम, ताम्र, रजत, स्वर्ण, स्ट्रोंशियम, बेरियम, जस्ता, जर्मेनियम, इण्डियम, थोरियम, बोरन, बेनेडियम, आर्सेनिक, अण्डीमनी, बिस्मथ, फ्रोमियम, मोलिब्डेनम और निबेल। इन आक्साइडों का निर्धारण नहीं होता। ग्रेट ब्रिटेन के कोयले में अल्प मात्रा में जर्मेनियम और गैलियम पाया जाता है। ये आक्साइड धूल के रूप में वाहनी में एकत्र होते हैं। इन्हें निकालकर प्राप्त किया जा सकता है।

कोयले की राख का द्रवणांक

उत्तम कोयले के कोयले में राख की मात्रा अधिक नहीं रहनी चाहिए। पर राख की मात्रा इतने महत्त्व की नहीं है जितना राख का द्रवणांक। यदि राख जल्दी पिघलती है तो राख की मात्रा कम होने पर भी ऐसा कोयला अच्छा नहीं समझा जाता। यदि राख अधिक भी हो पर क्षाम बननेवाली न हो तो उससे विशेष हानि नहीं।

निम्न ताप पर पिघलनेवाली राख से अनेक कठिनाइयाँ हो सकती हैं और अधिक हानि भी। ऐसी राख में निम्नलिखित कठिनाइयाँ हो सकती हैं :—

(१) राख के पिघले पुंज में कोयले का समवरण (enclosure) होकर कोयला नष्ट हो सकता है।

(२) राख के प्रक्षालन करने में धाट्ट की घरघरी (grate) द्वारा वायु का प्रवेश रुक सकता है। तब प्रक्षालन को तोड़ने के लिए उठकरने की आवश्यकता पड़ती है। उठकरने से कोयले टुकड़े टुकड़े होकर घरघरी से गिरकर राख-गर्त में चले जाते हैं।

इस प्रकार कुछ कोयला नष्ट हो सकता है। प्रक्षाम के कुछ टुकड़े भ्राष्ट्र के महत्तम उष्ण मण्डल में जाकर वहाँ बड़े-बड़े प्रक्षाम बन सकते हैं।

(३) राख के कारण भ्राष्ट्र में वायु का प्रवेश रुक हो सकता है। इससे पूर्ण दहन के लिए अधिक वायु के प्रवाह की आवश्यकता पड़ सकती है।

(४) भ्राष्ट्र के ऊष्म-सह के साथ प्रक्षाम का द्रवण होकर प्रक्षाम के निकालने के समय भ्राष्ट्र की क्षति हो सकती है।

(५) भ्राष्ट्र के ऊष्म-सह के साथ प्रक्षाम की क्रिया होकर भ्राष्ट्र की क्षति हो सकती है।

इन कारणों से यह आवश्यक है कि छोटे पैमाने पर प्रयोगशालाओं में कोयले की राख के प्रक्षाम बनने की प्रवृत्ति का पता लगा लिया जाय। पर इस प्रकार से प्राप्त परिणाम और भ्राष्ट्र में प्रक्षाम बनने में बिल्कुल समान्तरता का समझ लेना भूल होगी। दोनों की परिस्थितियाँ एक-सी नहीं हैं। प्रयोगशाला में राख को महीन पीसकर और चूर्ण रूप से मिलाकर तब प्रयोग करते हैं। भ्राष्ट्र में कोयले में असमान रूप से, कहीं कम और कहीं अधिक, राख फैली हुई रहती है।

राख के अन्त्य विश्लेषण से प्रक्षाम बनने के सम्बन्ध में विशेष रूप से कुछ पता नहीं लगता। यदि राख में अल्यूमिना और सिलिका की मात्रा Al_2O_3 , $2SiO_2$ के अनुकूल है और लोहे और अल्कली की मात्रा कम है तो ऐसी राख जल्दी नहीं पिघलती है पर सदा ही ऐसा होते हुए नहीं देखा जाता।

प्रक्षाम बनने के लिए केवल भ्राष्ट्र का ताप इतना ऊँचा नहीं रहना चाहिए कि राख पिघल जाय, बरन् घातुमल (slag) की श्यानता भी बड़ी अल्प होनी चाहिए, ताकि घातु-मल बहवार निकल न जाय। यदि घातुमल की द्रवता से बहकर निकल जाता है तो ऐसे घातु-मल से प्राप्त प्रक्षाम पर्याप्त पिघला हुआ न होकर ठोस या अर्ध-ठोस रह सकता है। यदि राख में प्रधानतया अल्यूमिना और सिलिका है तो यह राख पूर्णरूप से पिघलकर श्यानता के ऊँची होने के कारण भ्राष्ट्र से जल्दी निकलती नहीं है।

यहाँ हमें जानना यह है कि किस ताप पर राख ऐसा घातु-मल बनती है कि या तो वह बहकर निकल जाय अथवा ईंधन-तल पर ही अभिपिंडन बन जाय। यह ताप साधारणतया द्रवणांक से कुछ नीचा होता है क्योंकि वह वस्तुतः द्रवण-क्रांतिक मिश्रण बनता है। जिस ताप पर राख घातु-मल बनती है उसका ज्ञान मृदुकरणांक परीक्षण से होता है। मृदुकरणांक वह ताप है जिस ताप पर राख का बना एक छोटा कोण-स्तूप (pyramid) गिरकर चिपटा गोली (blob) सा बन जाता है।

राख में लोहे के आक्साइड का प्रभाव महत्व का है। सिलिका के साथ यह ऐसा गलन करता है जो ऊँचे ताप पर पिघलता है। आक्सीकरण वातावरण में, अवस्था में लोहे के अभाव में लोहा फेरिक आक्साइड या चुम्बकीय आक्साइड के रूप में बनता है। ऐसा घातु-मल उस घातु-मल से अधिक उष्ण-सह और अधिक श्यान है जो फेरस आक्साइड (FeO) से बनता है।

फिल्डनर और सेल्विग ने कोयले की पाँच राखों से प्रयोग किये जिनमें फेरिक आक्साइड की मात्रा ७ से ७० प्रतिशत थी और वातावरण भाप और विभिन्न अनुपात हाइड्रोजन का था। प्रत्येक राख का मृदुकरणांक हाइड्रोजन के वातावरण में ऊँचा गया था क्योंकि यहाँ लोहे का आक्साइड लोहे में अवकृत हो गया था। भाप के वातावरण में भी मृदुकरणांक ऊँचा था। यदि हाइड्रोजन की मात्रा ३० से ७० प्रतिशत तक लोहा फेरस आक्साइड में परिणत हो जाय तो मृदुकरणांक नीचा होता है।

सारणी

वातावरण की विभिन्नता से कोयला-राख के मृदुकरणांक में परिवर्तन

राख का संघटन	प्रतिशत	गैस में हाइड्रोजन प्रतिशत	मृदुकरणांक से०
राख, SiO_2	३७.२	१००	१३७०
मल और फास्फोरस पेण्टाआक्साइड, $\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5$	२५.५	९३	१२७०
आक्साइड, Fe_2O_3	११.८	८०	१२००
निया, TiO_2	१.५	५८.५	१०६५
CaO	१२.६	४९	१०७५
शिया, MgO	१.९	२२.५	१०९५
Na_2O	१.४	१६	१०९५
K_2O	०.४	५	१०८०
हाइआक्साइड, SO_3	५.६	०	१३००

अन्य राखों में भी ऐसे ही प्रभाव देखे गये, यद्यपि वे उतने स्पष्ट नहीं थे।

कोयले की राख का द्रवणांक

राख का मृदुकरणांक वह ताप है जिस ताप पर राख के बने कोण-स्तूप का विरूपण (डिफार्मेशन) होता है। इस ताप पर कोण-स्तूप के किनारे गोल होना शुरू करते हैं।

द्रवणांक वह ताप है जिस ताप पर राख का बना कोण-स्तूप पूर्णतया पिघलकर चिपटा गोली सा बन जाता है।

मृदुकरणांक और द्रवणांक के बीच के ताप को द्रवणपरस (fusion range) कहते हैं।

राख का शंकु बनाना

राख को एग्रेट खरल में पीसकर प्रायः २४०-अक्षि चलनी में छान लेते हैं। फिर उसमें डेक्सट्रिन का १० प्रतिशत विलयन डालकर पिष्टि बना लेते हैं। पीतल के साँचे में पिष्टि को रखकर शंकु बनाते हैं। साँचे के तल पर बेसलीन का एक पतला लेप चढ़ा लेते हैं ताकि साँचे में राख चिपक न जाय। शंकु का आकार त्रिभुजाकार कोण-स्तूप होता है जिसका एक पादर्व आधार का लंब होता है। शंकु की ऊँचाई एक इंच और आधार का विस्तार $1/2$ इंच होता है। आग्रे शंकु को चायु में सुखाते और तब ऊष्म-सह ईंट के आधार पर बैठते हैं।

शंकु के कार्वनिक द्रव्य और डेक्सट्रिन के कार्वन को कुछ समय तक एक खुले अपवारित भ्राष्ट्र में जलाकर निकाल लेते हैं। अपवारित भ्राष्ट्र का ताप 400° से 900° से० रहना चाहिए।

निर्धारण रीति

मृदुकरणांक और द्रवणांक निकालने के लिए जिस भ्राष्ट्र का उपयोग करते हैं उसका ताप पहले लगभग 400° से० कर लेते हैं, तब उसमें शंकु को रखकर एक घंटे में ताप को प्रायः 1000° से० कर लेते हैं।

भ्राष्ट्र को ऐसा गरम करते हैं कि अवकरण वातावरण में प्रति मिनट ३ से 4° से० की और आक्सीकरण वातावरण में प्रति मिनट 5° से० की वृद्धि हो।

जब प्रारम्भिक विरूपण का ताप पहुँच जाता है तब ताप की वृद्धि की गति धीमी कर दी जाती है, अवकरण वातावरण में प्रति मिनिट २" से० हो जाता है। यदि २० से ३० मिनट में पिघल जाय तो ठीक है, नहीं तो ताप की वृद्धि की गति फिर बढ़ाकर ३ से ४" से० प्रति मिनट कर दी जाती है।

अवकरण वातावरण में अवकरण और आक्सीकरण गैसों का अनुपात प्रायः ४०:६० रहता है। गैसों के इस अनुपात में कुछ सीमा तक परिवर्तन किया जा सकता है। यह सीमा २०:८० और ८०:२० के बीच रह सकती है। अवकरण गैसों में हाइड्रोजन, हाइड्रोकार्बन और कार्बन मनाक्साइड रहते हैं और आक्सीकरण गैसों में आक्सीजन, कार्बन डाइ-आक्साइड और भाप रहते हैं।

अवकरण वातावरण की प्राप्ति के लिए अंशतः जली कोयला-गैस के साथ अल्प मात्रा में ताजी कोयला-गैस मिली रहती है। एक दूसरी रीति से भी ऐसा वातावरण प्राप्त कर सकते हैं। हाइड्रोजन को ऐसे तप्त किम्वे जल पर प्रवाहित करते हैं जिससे अवकरण और आक्सीकरण गैसों का उपयुक्त अनुपात प्राप्त हो सकता है। सिलिंडर में रखे हाइड्रोजन और कार्बन डाइ-आक्साइड के उपयुक्त अनुपात में मिला कर भी ऐसा वातावरण उत्पन्न किया जा सकता है।

भ्राष्ट्र में ताप को नापने के लिए प्रकाश उत्तापमापी का उपयोग करते हैं। उत्तापमापी से प्राप्त ताप के अंक में कुछ संशोधन की आवश्यकता पड़ती है। यह संशोधन द्वारी के कारण होता है। १० से १५" से० से अधिक का अन्तर नहीं होता। इस संशोधन के लिए उत्तापमापी को एक ऐसे भ्राष्ट्र में रखते हैं जिसमें द्वारी नहीं रहती और दूसरे ऐसे भ्राष्ट्र में जिसमें द्वारी होती है। दोनों के अन्तर से संशोधन के अंक का पता लग जाता है।

परिणाम को इस प्रकार अंकित करते हैं—

'क' कोयले की राख		दिनांक—उत्तापमापी नम्बर— ग्राफ्ट—वातावरण, अवकरण
समय	ताप °से०	प्रेक्षण
२'०	—	प्रारम्भ
२'५०	१०००	कोई परिवर्तन नहीं
	१०५०	"
	१०७०	"
३'१५	११००	"
	११२५	आधार पर उदस्फोटन (blistering)
	११४०	कोई परिवर्तन नहीं
३'३०	११५५	अग्र (tip) का कुछ गोल होना
३'३५	११६५	अग्र का पर्याप्त गोल होना
३'३९	११७५	शंकु बैठना शुरू करता है—
३'४४	११८५	शंकु बैठता है
३'५१	१२००	बैठता और उदस्फोटन करता है
३'५९	१२१५	बहुत अल्प परिवर्तन
४'६	१२३०	बैठना और उदस्फोटन होना
४'९	१२४०	गिर पड़ना और उदस्फोटन होना
५'१२	१२५०	पूर्ण रूप से गिर पड़ना और उदस्फोटन होना

राख का रंग

(क) भस्मीकरण पर

मलाई का रंग

(ख) पीसने पर

अल्प आपन्न (पिक) के साथ पांडुरंग (buff)

पिप्टि का रंग

हलका अवबन्ध (fawn)

तप्त करने के बाद अवशेष का रूप कुछ भूरेपन के साथ काला, तल खड़ा, विना चमक का और उदस्फुटित

शंकुवाला प्रयोग एक विशेष प्रकार के ग्राफ्ट में किया जाता है। ग्राफ्ट की विशेषताएँ निम्नलिखित रहनी चाहिए—

(१) ग्राफ्ट में एक ऐसा मण्डल अवश्य रहना चाहिए जिसका ताप एक-सा रखा जा सके। इसी मण्डल में रखकर शंकु को गरम करते हैं।

(२) ग्राफ्ट के ताप के नियमित रूप से बढ़ने का विशेष प्रबन्ध रहना चाहिए।

(३) ग्राफ्ट में शंकु के चारों ओर जैसा चाहें वैसा वातावरण रखने का प्रबन्ध रहना चाहिए।

(४) गरम करने के समय शंकु देखा जा सके इसका प्रबन्ध रहना चाहिए।

एक ऐसा ग्राफ्ट बना है। यह ग्राफ्ट न्यून दबाव पर कार्य करता है। इसमें दबाव १५०० से० का ताप ६ इंच जल के दबाव पर प्राप्त हो सकता है। इसमें एक छोटी हवा देनेवाली धौंकनी रहती है। इतना ताप पहुँचने के लिए वायु को पहले गरम कर तब ग्राफ्ट में ले जाते हैं। ग्राफ्ट बर्नर द्वारा गरम किया जाता है। तप्त वायु प्रमुख बर्नर में आकर जलती है। तप्त गैसों मूपा के चारों ओर घूमती हुई मूपा को तप्त करती है।

मूपा में अवकरण वातावरण उत्पन्न करने के लिए शिखर पर वायु निकास-भाग को अंशतः बन्द कर देते और वातयम को खोल देते हैं। इससे अंशतः जली हुई गैस मूपा में पहुँचती है। जिस स्तंभ के सूरख में राख का शंकु रखा रहता है उसी मार्ग से गैस मूपा से बाहर निकल जाती है। आवसीकरण वातावरण के लिए देखनेवाली नली की द्वारी को खोल देते और वातयम (डम्पर, अवमन्दक) को बन्द कर देते तथा शिखर के निकास-भाग को पूरा खोल देते हैं। देखनेवाली नली द्वारा शंकु के कोमल होनेवाले ताप को प्रकाश-उत्तापमापी में देखते हैं।

सामान्य अवकरण और आवसीकरण परिस्थिति में जब प्रति घनफुट ४९० ब्रिटिश तापीय मात्रक की कोयला-गैस प्रयुक्त होती है तब १४००° से० के ताप की प्राप्ति के लिए गैस और वायु की मात्रा इस प्रकार की रहनी चाहिए—

परिस्थिति	गैस घनफुट	वायु घनफुट	वायुदबाव इंचजल
	प्रति घंटा		
अवकरण	१२०	३९०	२'२
आक्सीकरण	७३	५१५	५'०

पूर्व-तापन के लिए जो गैस प्रयुक्त होती है उसमें अवकरण ताप के लिए गैस की मात्रा प्रायः १७ प्रतिशत और आक्सीकरण ताप के लिए गैस की मात्रा २७ प्रतिशत रहनी चाहिए। अवकरण ताप के प्रायः १३००° से० के लिए एक प्रयोग में लगभग १६० घनफुट गैस और आक्सीकरण ताप के प्रायः १४००° से० के लिए ८० घनफुट गैस खर्च होती है।

एक बिजली का ग्राफ्ट भी बना है। इसमें भी राख का द्रवणांक निकाला जा सकता है। इस ग्राफ्ट में ताप के नापने के लिए वैद्युत तापमापी का उपयोग होता है।

पारिभाषिक शब्दों की सूची

अग्न्यंशन pyrolysis	अवशोषण absorption
अतमपमेदी adiabatic	अवसादीय चट्टान sedimentary rock
अधिशोषण adsorption	अशाख शृंखला non-branched chain
अघोवाही bast (inner bark)	असंघनीय गैस incondensable gas
अघरणिक sapropelic	अस्थिकाल bone-black
अघोवाप hopper	आंतरक नली core tube
अग्निसिण्डन non-agglomeration or non-agglomerating	आंभस प्रनाड hydraulic main
अनुदैर्घ्य longitudinal	आप्यक algae
अनुमाप scale (मापनी)	आयाम dimension
अनुमापन titration	आयाम तन्तु dimension tissue
अनुप्रस्थ काट cross section	आलम्बित suspended or hanging
अनुप्रस्थ प्रभाग cross fraction or section	आवेश charge
अपचयन disintegration	आसवन distillation
अपद्रव्य impurity	आसुत distillate
अपशोषण (दे० अधिशोषण)	आगम reservoir
अपोद्धर्षक scraper	ईषा shaft
अग्निसिण्डन agglomeration or agglomerating	उत्केन्द्र eccentric
अवकरण reduction	उत्क्षालित करना rinse
अवक्षेप precipitate	उत्पाद product
अवक्षेपक precipitant	उद्गम source
अवक्षेपण precipitation	उद्वाष्पन evaporation
अवनल (नतोदर) concave	उन्देक्षीय जल (आर्द्रताग्राही) hygroscopic water
अवपंक्त sludge	उद्दन्त crown, as crown wheel
	उपजात bye-product
	उद्याम (उत्तोलक) lever

दोषी (द्रोणिक) trough	पारव्यवन percolation
द्वैत्रिज्य विसर्जक Sector Discharger	पारभासक translucent
द्विवर्ध double bond	पिटक basket
धरणीक कोयला humic	पिघा stopper
धातुमल slag	पिष्टीपिड pasty mass
धारिता capacity	पुनर्जनित्र regenerator
धारण catch; wear	पुनराप्य recuperator
धावन, washing; शुष्क धावन, dry washing	पुरुभाजन polymerisation
धावनकाल washing period; धावन-तेल washing oil	पुरुभाजित polymerised
धूम आधरण fume cupboard	प्रक्षाम clinker
नति bend	प्रतिकर्मक reactant
नरछिद्र (प्रवेशछिद्र) manhole	प्रतिकारक antidote; agent
नरनाली manhole	प्रदावण smelting
निष्पारक decanter	प्रनाड (प्रनाल मी) main
निराकरण neutralisation	प्रयोग सिद्ध empirical
निर्वात vacuum	प्रशीतन refrigeration
निष्कर्ष extract	प्रसमूहन agglutination or agglutinating
निक्षेप deposit	प्रसीता furrow
निष्कर्षक extractor	प्रहारिता lichens
नेतृशलाका guide	प्राक्षिपिक typical
नोरिट morrit	प्लव float
नोदक propellor	बौमा Baume
परारस range	ब्रि० डि० यू० Bri. thermal unit
परिणाह periphery; apex	ब्रिटिश कल्मा मानक
परिष्करण refinery	भंगक वातवन destructive distillation
पपटी crust	नल (मल ?) silt
पदचवाही reflux	भौमिकी वायरीक्षण Geological Survey
पायस emulsion	
पारित करना to pass	भाप कुंडली steam coil

घ्राष्ट्र furnace	विशालन प्रक्रम lixiviation process
मज्जक किरण medullary ray	विचलन deviation
मज्जा pith	विच्छेदन decomposition
मणिम (केलास) crystal	विजलीयन dehydrating
मणिभीकरण crystallisation	विपुल भाजन de-polymerisation
मध्यक middlings	विभव अंतर, पृ० २८५
महापंक Swamp	विलोडक stirrer
माक्षिक pyrities	विरंजक bleaching agent
मातृद्रव mother liquor	विवर्त्ता trunnion, pivot; troch
मात्रक unit	विस्फण परीक्षण Shear test
मार्जक scrubber	विलायक solvent
मृत् शिलिका clay slate	शंकाभीय coinchoidal
मूपा crucible	शराव dish
मृदुकरणांक Softening point	शिलिका slate
रंगस्वापक mordant	शीतक cooler
रसकाष्ठ sapwood	शीतीकरण refrigeration
रंम cylinder	शोषित्र desiccator
रेचक पंप Exhaust pump or Exhauster	श्यानता viscosity
रोषनी stop cock	श्यान viscous
लघु तेल light oil	संकिर rake
लोष्ठन flocculation	संकुल काष्ठ coniferous wood
लोहा उत्प्रेरक iron catalyst	संक्षारण Corrosion
लोहद्रव iron liquor	संगणन computation
चरणात्मक selective	संग्राही receptacle
वर्णक pigment	संघनक condenser
वलय ring	संघनन condensation
वल्क rind; bark	संघनित्र condenser
वहति draught	संघनीय गैस condensible gas
पातयम damper	संचायक accumulator
वाहिनी गैस flue gas	संचिति reserve

संतृप्त saturated	hydro carbon
संतृप्तक saturator	स्नेहक lubricant
संदाम cable	स्थूल कारक solidifier
संयोजन agglomerating	स्थूलकण काष्ठ जिस काष्ठ के कण
संमृदण sealing	बड़े-बड़े होते हैं उसे स्थूलकण
संरचना constitution	काष्ठ कहते हैं। coarse-grained
संस्तर horizon	wood
सांद्रण concentration	स्फान wedge
संवानन ventilation	स्वज clip
सक्रियित कोयला activated coal	हरिता moss
सक्रियित कार्बन activated carbon	हृत् काष्ठ heart-wood
सपक्ष नट winged nut	(वृक्ष के तने के मध्य भाग में काष्ठ का
समवरण enclosure	जो कड़ा अंग रहता है उसे 'हृत् काष्ठ'
सौरमिक हाइड्रोकार्बन aromatic	कहते हैं।)